

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

**Systém údržby**  
**Maintenance System**

Student: Kristýna Krčmářová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Helebrant, CSc.

Ostrava 2016

## Zadání bakalářské práce

Student: **Kristýna Krčmářová**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování  
Téma: **Systém údržby  
Maintenance System**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Zpracujte návrh řešení systému údržby výrobního provozu vycházející z výkonnostní analýzy klíčových výrobních strojů. V rámci zadání zpracujte:

1. Rešerši a analýzu dané problematiky.
2. Obecný ideový a technický návrh řešení systému údržby.
3. Daný návrh aplikujte na daný výrobní provoz.
4. Zhodnoťte přínos nového řešení ve srovnání se stávajícím.

Další bližší specifikace bude provedena v průběhu zpracovávání bakalářské práce

Rozsah práce min. 35 stran textu

### Seznam doporučené odborné literatury:

HELEBRANT, F. *Technická diagnostika a spolehlivost – IV. Provoz a údržba strojů*. VŠB – TU Ostrava 2008, 1. vydání, 130s., ISBN 978-80-248-1690-6  
LEGÁT, V. a kol. *Management a inženýrství údržby*. Professional Publishing 2013, První vydání, 570 s., ISBN 978-80-7431-119-2  
NĚMEČEK, P. a kol. *Vedoucí podniku (podnik v kostce)*. Verlag Dashofer nakladatelství s.r.o., Praha 1996, sv.1 a 2, ISBN 80 – 901859 – 5 – 9  
Kol. *Sborníky z mezinárodních odborných konferencí „Národní fórum údržby „ a „Údržba“*  
ČSN EN 13306:2002 *Údržba – Terminologie údržby*  
ČSN EN 13629 *Údržba – Směrnice pro vypracování smluv o údržbě*

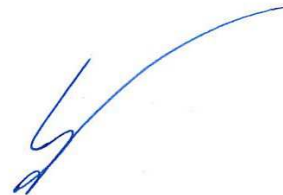
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Helebrant, CSc.**

Datum zadání: 11.12.2015  
Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 3.5.2016.....


  
.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo,
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3),
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUP, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 3.5.2016 .....

  
.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce: KRISTÝNA KRČMÁŘOVÁ

Adresa trvalého pobytu autora práce: BRANKA 254, HUSTOPEČE NAD BEČVOU,  
753 66

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

KRČMÁŘOVÁ, K. *Systém údržby*: bakalářská práce. Ostrava VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2016, 58 s. Vedoucí práce: doc. Ing. František Helebrant, CSc.

Předložená bakalářská práce je zaměřená na systémy údržby v průmyslu. Teoretická část se zabývá vysvětlením základních principů, nástrojů, metodami a dalšími faktory, ovlivňující správný chod údržby. Praktická část obsahuje popis a realizace technického návrhu pro vylepšení údržby v rámci TPM. Úvodem praktické části jsou sepsány základní informace o společnosti DURA Automotive Systems s.r.o., ve které se daný návrh realizuje. Ten je zaměřený na systematické odstraňování abnormalit ve výrobní lince, pro snížení neplánovaných prostojů z důvodů poruch. Součástí bakalářské práce jsou tedy postupy a procesy, které vedou k jejich snížení.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

KRČMÁŘOVÁ, K. *Maintenance System*: Bachelor Thesis. Ostrava VŠB – Technical university of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2016, 58 p. Thesis head: doc. Ing. František Helebrant, CSc.

The submitted bachelor thesis is focused on Maintenance system in industry. Theoretical part is concerned with guiding principle, tools, methods and the other factors affecting the proper functioning of maintenance. The practical part contains a description and implementation improvements for maintenance within the TPM. At the outset of the practical part are detailed introduction of the company DURA Automotive Systems s.r.o., in which the proposal is implemented. It is focused on the systematic removal of abnormalities in the production line, reducing unplanned downtimes due to a fault. Parts of the thesis are the procedures and processes that lead to their reduction.

## Obsah

Seznam použitých značek a symbolů .....	9
1 Úvod .....	10
2 Spolehlivost strojního zařízení .....	11
2.1 Obecné požadavky spolehlivosti .....	12
2.2 Bezporuchovost strojního zařízení .....	14
3 Organizace údržby a její řízení .....	15
3.1 Systém řízení výrobní společnosti .....	16
3.2 Vývoj údržby .....	16
3.2.1 Oprava realizovaná po poruše .....	16
3.2.2 Preventivní údržba .....	17
3.2.3 Produktivní údržba .....	17
3.2.4 Diagnostická údržba .....	17
3.2.5 Prediktivní údržba .....	17
3.2.6 ISU – Informační systém údržby .....	18
3.2.7 Totálně produktivní údržba .....	18
3.3 Cíle a strategie údržby .....	19
3.4 Zajišťování zdrojů údržby .....	20
4 Nástroje údržby .....	22
4.1 FMEA .....	22
4.2 Ishikawův diagram .....	23

4.3	KPI – Klíčové ukazatele .....	24
4.4	Benchmarking .....	25
4.5	Balanced Scorecard .....	27
4.6	Dokumentace údržby.....	28
4.6.1	Technická dokumentace.....	28
4.6.2	Informační dokumentace .....	28
4.7	Audit managementu údržby .....	29
5	Návrh vylepšení TPM ve společnost DURA Automotive Systems s.r.o. ....	29
5.1	Charakteristika výrobní společnosti .....	29
5.2	DURA Automotive Systems – historie závodu Kopřivnice.....	30
5.3	DURA Automotive Systems – současnost závodu Kopřivnice .....	32
5.4	Struktura organizace.....	33
5.5	Management společnosti DURA.....	34
5.6	TPM ve společnosti DURA.....	36
5.6.1	Ztráty ve výrobě .....	36
5.6.2	Princip TPM.....	37
5.7	Současný stav TPM.....	38
5.8	Technický návrh vylepšení TPM .....	39
6	Realizace technického návrhu .....	40
6.1	Popis výrobní linky pro zlepšování .....	41
6.2	Definování týmu řešitelů .....	43

6.3	Workshop – definování procesu řešení abnormalit.....	43
6.4	Prozatímní hodnocení technického návrhu .....	46
6.5	Vylepšení technického návrhu pro systematické odstraňování abnormalit .....	49
7	Závěr.....	54
8	Seznam použité literatury .....	56
9	Seznam obrázků.....	57
10	Seznam grafů .....	58
11	Seznam tabulek.....	58
12	Seznam příloh .....	58



## Seznam použitých značek a symbolů

<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Význam</b>
AP	-	Akční plán
BSC	%	Balanced Scorecard
CEZ	%	Celková efektivita zařízení
CSE	-	Control Systems Europe
DFMEA	-	Design Failure Mode and Effects Analysis
FMEA	-	Failure Mode and Effects Analysis
IMS	-	Integrated Management Systems Manual
ISU	-	Informační systém údržby
KPI	%	Key performance indicator
PFMEA	-	Process Failure Mode and Effects Analysis
PVD	-	Primary Visual Desk
RCM	-	Reliability Centred Maintenance
RPN	-	Index priority rizik
TPM	-	Total productive maintenance

## 1 Úvod

Údržba je komplexem mnoha činností. Mluvíme především o řídicích, technologických, technických nebo administrativních aktivitách v průběhu cyklu životnosti daného zařízení sloužícího k zajištění navrácení, či udržení ve stavu takovém, ve kterém je schopen vykonávat potřebnou funkci [1]

V dnešní době je důležité brát údržbu jako jistý standard a nástroj ke zvyšování spolehlivosti, která nám udržuje stálé vlastnosti daného stroje či zařízení. Můžou se však v průmyslu objevovat firmy, které berou údržbu jako nutné zlo a využívají ji pouze pro odstranění již vzniklých poruch. Mezi pár velmi vnímaných negativ může patřit utrácení peněz, využívání pracovní síly, popřípadě také narušování výroby pravidelnými údržbářskými odstávkami. Na druhou stranu redukuje prostoje z důvodu poruchy zařízení, zaměřuje se na prediktivitu, účinněji pracuje s informacemi a účinněji využívá její zaměstnance. Tyto aspekty vedou ke zvýšení produktivity a dosažení kvalitních výrobků, tudíž i k větším finančním výdělkům. Návratnost prostředků investovaných do údržby závisí na výsledku účinnosti a času životnosti, po kterou je dané zařízení schopné plnit určitou funkci [2].

Pro správné fungování systému údržby musí být určená strategie a vize. Nedílnou součástí jsou stanovené a kontrolovatelné cíle, daná struktura instituce a motivace zaměstnanců. Hlavním cílem pro výrobní společnost je dostatečná konkurenceschopnost. Ta se udrží jedině tak, že bude organizace včas a pružně reagovat na nabídky a poptávky obchodního trhu a bude mít správně a efektivně nastavený systém řízení. Na každý výrobní proces je nutné se dívat individuálně a přizpůsobit jim obecné zásady, které bývají aplikované do systémů údržby v téměř každém odvětví průmyslu. Nástroje řízení se s časem vyvíjí a přizpůsobují moderním trendům tak, aby se dosáhlo co nejlepších výsledků a byla zajištěná konkurenceschopnost ne jen v určitou chvíli, ale byla trvalá i pro dobu budoucí. V tomto případě si však musíme uvědomit, že produktivita nesmí být jedinou prioritou, ale také čas věnovaný na implementaci těchto moderních trendů. Problémem je, že zákazník stále zvyšuje své požadavky. Z toho důvodu se mnohdy provozují zařízení, které nesplňují dané požadavky, jak provozní, tak často i bezpečnostní. Vystavujeme se větší pravděpodobnosti prostojů, poruch a potencionálních úrazů na těchto

zařízení. Z této skutečnosti je jasné, že údržba je nedílnou a velice důležitou součástí každé výrobní společnosti [1].

## 2 Spolehlivost strojního zařízení

V této kapitole se zaměříme na spolehlivost strojního zařízení jako na základ údržby, jelikož spolehlivost nám zajistí, aby zařízení mohlo fungovat za určitých podmínek a současně zajišťovat schopnost takového provozu, který je požadován dle charakteristiky výrobku. Spolehlivost můžeme také vysvětlit jako tzv. jistotu funkčnosti zařízení.

Předem je jasné, že již zmíněná jistota je ovlivňována po celou dobu životnosti zařízení. Od vývoje až po likvidaci. Dělíme ji:

- vprojektovaná,
- inherentní,
- provozní. [1]

Na obrázku 1 lze vidět spojitost fáze zařízení s danou spolehlivostí.



Obrázek 1: Životní fáze zařízení a jeho spolehlivosti [1]

Pro zajištění nejvyšší spolehlivosti musíme dobře znát a mít definovány požadavky na výrobu. Již při návrhu počítáme s jistými inherentními znaky, které jsou nedílnou součástí fáze projektování, vyvíjení, konstruování a výroby zařízení. Udávají nám jeho jakost. Na základě správně zvolených požadavků je zařízení vyrobeno už s určitými užitnými vlastnostmi, které mají vliv na uplatnění tohoto zařízení na trhu. Jako kritéria pro možnou koupi zákazníkem mohou být tyto vlastnosti, které jsou uvedeny v normě ČSN EN 13306:2002 [9]:

- **funkčnost:** schopnost plnit služby požadované funkce za daných podmínek,
- **bezpečnost:** schopnost plnit požadované funkce a současně ochraňovat uživatele před možnou újmou na zdraví,

- **způsobilost:** schopnost stroje, aby se vyrobený materiál či výrobek pohyboval mezi stanovenými hranicemi, a to zejména mezi spodní a horní tolerancí nějaké, předem definované veličiny,
- **ergonomičnost:** schopnost zařízení být ovládán člověkem bez vynaložení velké námahy, a to především za účelem prevence výskytu nemocí z povolání u uživatelů daného zařízení,
- **životnost:** schopnost zařízení být využíván až do dosažení konce životnosti a vyrábět stále kvalitní výrobky, dle daných požadavků,
- **udržovatelnost:** schopnost zařízení být udržován nebo opraven tak, aby mohlo vyrábět kvalitní výrobky,
- **opravitelnost:** schopnost zařízení být pomocí opravy, navrácen do stavu, ve kterém produkuje kvalitní výrobky, dle daných požadavků,
- **zajištěnost údržby:** schopnost zajistit údržbářské práce a potřebné náhradní díly v krátkém časovém intervalu na daném místě,
- **diagnostikovatelnost:** schopnost zařízení být diagnostikován pomocí technické diagnostiky,
- **bezporuchovost:** zařízení je vždy schopné plnit svou funkci v určitém čase [9].

Všechny výše uvedené vlastnosti se nám projeví v provozní spolehlivosti neboli jistotě, u které by měla být zavedená zpětná sledovatelnost. Tu můžeme nastavit tak, že si vzhledem k daným vlastnostem stanovíme reakční linii na základě určených kritérií a metod. Při překročení této linie u jednoho z hledaných znaků, se musí vyvinout aktivita, resp. úprava zařízení, která zajistí akceptovatelný průběh provozu.

## *2.1 Obecné požadavky spolehlivosti*

Pro efektivní zajištění údržby musíme nastavit systém řízení, pro který musíme stanovit metody a postupy jejího dosažení, které nám dovolí realizovat předem definované cíle a požadavky. Každá výrobní organizace by měla mít:

- **vedoucího údržby:** vedení údržby, které řídí a koordinuje pracovníky údržby k dodržování pracovních postupů, metod a vede je k procesnímu a systematickému přístupu z důvodu účinnosti údržby za optimálně vynaložené náklady dané organizace,

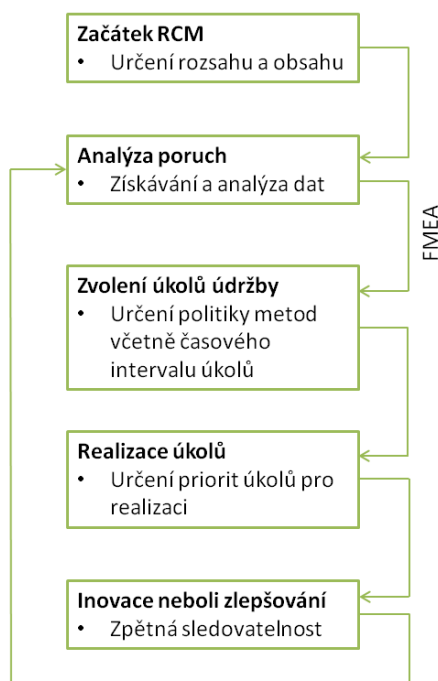
- **stanovené cíle:** plán údržby v životních fázích hmotného majetku, který vede k dosažení větší celkové efektivity zařízení,
- **výhodné vztahy mezi organizací a dodavatelem:** rozdělení údržby interní a outsourcingu k zajištění nejvyšší možné spolehlivosti a spokojenosti zákazníka,
- **zpětnou sledovatelnost (monitoring):** analýza dat, pro zjištění reálného stavu zařízení, která umožní včasný zásah pracovníků údržby,
- **zajištění bezpečného užívání:** vypracované pracovní postupy, dokumentace, zajišťující ochranu zdraví při práci bez vystavení pracovníků možnému riziku úrazu,
- **vzdělávání pracovníků:** zajištění zvyšování vědomostí a kvalifikace pracovníků údržby, včetně získávání informací o novinkách využívaných v údržbě [6].

Z těchto bodů uvedených výše je zřejmé, že pro zajištění optimálních podmínek provozu, musí výrobní organizace zabezpečit řadu aktivit. Pracovníci údržby s určitou kvalifikací musí být včas na správném úseku, musí mít k dispozici potřebný materiál i rezervní díly pro schopnost uskutečnit co nejrychlejší opravu poruchy. Tohle vše se neobejde bez přístupu k dokumentaci, pracovním pokynům, specifikacím či přesným návodům k jednotlivým procedurám. Na tyto obecné požadavky může působit i spousta jiných faktorů, jako je například ekonomická situace dané organizace i mnoho dalšího. Je důležité brát tyto vlivy v potaz, nesmí se však podceňovat nutnost zajištění spolehlivosti a efektivity hmotného majetku. Z mé zkušenosti jsou tyto aspekty často podceňovány a více zaměřovány na stránku ekonomickou již v počátečním stádiu procesu rozhodujícím o budoucím pořízení zařízení. Náklady na pořízení hrají ve většině případů hlavní roli, nikoli kvalita. Pravdou je, že ve skutečnosti snížením počáteční investice dosáhneme celkově vyšších nákladů. Důvodem je vynaložení peněz na časté opravy a seřizování. Zvyšujeme prostoj výroby a ztrácíme tím i finance. V opačném případě při investování vyšší částky do vývoje zařízení je velmi pravděpodobné, že se pozitivně projeví později menší náročností na údržbu. Proto je nutné ve fázi rozhodování o pořízení brát výše uvedená fakta v potaz. Na závěr bych ráda citovala ze skript [1], a to z toho důvodu, že zde byla výstižně vyjádřena souvislost mezi financemi a spolehlivostí: „Provozní spolehlivost přinese snížení nákladů, ale snížení nákladů nepřinese provozní spolehlivost.“ [1].

## 2.2 Bezporuchovost strojního zařízení

V anglickém znění „Reliability Centred Maintenance (dále jen RCM), dle normy [7] je nazývána jako: „Údržba zaměřená na bezporuchovost“. Postup zabývající se vytvářením plánů a programů údržby pro obtížná zařízení, za účelem dosažení co nejvyšší bezporuchovosti. Tato metoda byla vyvinuta na základě vanové křivky, která nám udává počet poruch závislých na čase. Důsledkem analýz bylo zjištěno, že velké procento strojních komponent nevykazuje větší poruchovost před koncem dožití, tudíž vzniklé poruchy jsou pouze náhodným jevem. V případě, že je vanová křivka konstantního průběhu, preventivní údržba není schopná předejít poruchám.

Mezi hlavní znaky této metody patří zachování dané funkce zařízení, zjištění způsobu vzniku poruchy a specifikace možných aktivit pro prevenci. Jejím cílem je zachovat potřebnou hodnotu spolehlivosti a zaměřovat se na případné zlepšování procesů, u kterých je bezporuchovost nedostačující. Při plnění těchto cílů musíme mít stále na paměti, že během jakýchkoliv údržbářských činností bychom měli dosáhnout optimálních nákladů. Neobejdeme se bez získávání a analyzování dat o poruchách, výrobním provozu nebo postupech údržbářů. Tímto jsme schopni zpětně kontrolovat a analyzovat již zvolené úkoly údržby a reagovat na ně systematickým zlepšováním. Na obrázku 2 je názorně zobrazený obecný postup procesu RCM. [2].



Obrázek 2: Průběh analýzy RCM [2]

Při plánování RCM analýzy je nutností určení rozsahu. Při širší analýze dojdeme až k informacím, kde soudobý stav selhal. Velikou výhodou je zapojení pracovníků údržby do RCM z důvodů znalostí konkrétního provozu jako jsou vyskytované poruchy a jeho časový trend nebo informace o současné údržbě. RCM by mělo být použito až tehdy, když víme, že její zavedení bude mít pozitivní finanční aktivum nebo bude těsně spjatá s požadavky na bezpečnost. Nástrojem pro RCM je analýza způsobů a následků poruch (dále jen FMEA). Smyslem FMEA je stanovit příčiny a četnosti potenciálních poruch. Na základě hodnocení kritičnosti zvolíme úkoly RCM, které zvolí politiku řízení poruch. Tato skupina úkolů je součástí programu pro preventivní údržbu. Politika řízení poruch vychází z jejich analýzy způsobu řešení. Patří mezi ně:

- **monitoring:** získávání dat z procesu,
- **plánovaná rekonstrukce neboli obnova:** musí být přesně specifikována k danému zařízení a slouží k vrácení zpět do takového režimu, ve kterém vyrábí kvalitní výrobky,
- **výměna objektu:** nahrazení objektu druhým objektem, který je způsobilý k výrobě kvalitních výrobků dle požadavků,
- **určení poruchy:** zaměřujeme se převážně na vyhledávání poruch skrytých,
- **údržba po poruše:** v některých případech není údržba nutná, je předepsána pouze po poruše,
- **jiné řešení:** výměna současných součástí za lepší, kvalitnější nebo změna údržbářských pokynů [2].

Pro shrnutí RCM analýzy bych ráda zdůraznila, že celému procesu je třeba věnovat nejen velké množství energie, ale také spoustu času, jelikož cíle se dosáhne až při nepřetržitém a systematickém zlepšování.

### 3 Organizace údržby a její řízení

Jedná se o management, který řídí pracovníky, plánuje, organizuje a přezkoumává údržbu z důvodu dosažení předem daných cílů. Tyto všechny uvedené aktivity musí být v souladu s řízením celé výrobní organizace [1].

### 3.1 *Systém řízení výrobní společnosti*

Každá výrobní společnost jde neustále dopředu. Dochází k nabývání znalostí a zkušeností. Vytváří se ovšem i okolní firmy a roste konkurence, tudíž vyvolávají potřebu změny systému řízení. Požadavkem je přizpůsobivá a rychlá reakce na okolní proměnlivé podmínky. Management dělíme:

- **funkční:** zabývá se převážně rozdělením aktivit a výsledky,
- **procesní:** zaměřený na příčiny.

V nynější době se ve většině společností přechází z režimu managementu funkčního na režim procesní, který se specializuje na práci v týmech pro získání největší efektivity práce, a tedy spokojenosti zákazníka.

Úroveň řízení společnosti i údržby má nemalý vliv na jejich efektivitu i výkon. Důležitými faktory pro výkonnost je zaměření na zákazníka, vyhovění jeho požadavkům a ochotě s ním spolupracovat. Tohle vše musí zajistit zaměstnanci o určitých znalostech, způsobí pro daný proces, využívající informační a komunikační technologie. Samozřejmě musí být také práce na základě systémů řízení [2].

### 3.2 *Vývoj údržby*

Údržba je součástí života člověka již z dávné minulosti. Opravy však prováděli pouze uživatelé, popřípadě výrobci. Profese pracovníka údržby vznikla až v pozdějších letech, přesněji v průběhu průmyslové revoluce. Dle vývoje můžeme rozdělit údržbu do několika etap.

#### 3.2.1 *Oprava realizovaná po poruše*

Údržba nezasahuje do žádného zařízení až do doby, kdy dojde k poruše neboli defektu. Nevznikají žádné velké náklady na údržbu, problémem však je, že nelze předpovídat, kdy daný problém nastane. V tomto případě nejsou aplikovány žádné systémy řízení. Metody ani ekonomika nejsou kritériem pro chod údržby. Pouhým cílem je, aby pracovník údržby byl ve velmi krátkém čase na požadovaném místě a co nejrychleji defekt nebo havárii odstranil. V současné době je nepředstavitelné aplikovat tento druh údržby. Důvodem je narůstající tlak zákazníka na kvalitu a rychlé reagování na jeho odvolávky. Může však být v určité míře využíván, avšak jedná se zcela o jiný záměr nežli v této etapě údržby, která



byla za své doby jediným řešením. Bývá aplikována do procesů tam, kde je to výhodnější. Toto rozhodnutí však musí být uskutečněno na základě analýz a sledování výroby [1].

### ***3.2.2 Preventivní údržba***

Plánovaná oprava se provádí po uplynutí určeného časového intervalu. Součástí je jak prohlídka, tak případná oprava. Tento systém údržby je velice neefektivní a nákladný. Důvodem je, že stanovené časové intervaly prohlídky jsou fixně dány i v případě skutečnosti, že reálný stav daného objektu v danou chvíli opravu či prohlídku ještě nepotřebuje. Preventivní údržba má i jednu výhodu a to, že daná odstávka je plánovaná. V této etapě se zavádí řízení údržby a vzniká registr zařízení [1].

### ***3.2.3 Produktivní údržba***

V této etapě se začínají rozlišovat zařízení dle jejich složitosti, úrovně a technického stavu. Plánování údržby se tedy určuje na základě těchto faktorů, včetně zaměření na ekonomickou stránku. To znamená, že se klade velký důraz na snížení ztrát, vznikající provozem zařízení, a na zvýšení produktivity [1].

### ***3.2.4 Diagnostická údržba***

Zaměřuje se na opravdový, reálný stav daného zařízení, který je zjišťován pomocí metod technické diagnostiky. K odstávkám dochází pouze tehdy, je-li to nutné, z důvodu defektu nebo opotřebení určitých součástí. S využitím technické diagnostiky jsme schopni odhalit přesné místo defektu, její rozsah, popřípadě druh defektu. Tato diagnostika se provádí v daných časových intervalech, v případě potřeby může být trvale implementována a sledovat neustále technický stav daného zařízení. Zajišťuje nám větší účinnost a nezatěžuje tolik ekonomickou stránku údržby [1].

### ***3.2.5 Prediktivní údržba***

Prediktivní údržba vychází z diagnostické údržby. Nezabývá se pouze zjišťováním aktuálního stavu zařízení, ale pomocí metod technické diagnostiky je možné určit zbytkovou životnost neboli předpovídat čas do nutného zásahu údržbářů. Jedná se tedy o preventivní. Preventivnost je dána výsledovaným časovým intervalem a prediktivně včas určeným zásahem. Výhodou je, že předchází nečekaným defektům a jsme schopni určit čas

do úplného odstavení stroje ve výrobě. Před daným rozhodnutím, zda stroj již odstavit nebo ne, musíme brát v úvahu náklady na opravy a čas mezi jednotlivými opravami [1].

### **3.2.6 ISU – Informační systém údržby**

Tento systém se začal vyvíjet na základě samotného vývoje informačních systémů. Tyto informační systémy poskytují plnou subvenci managementu údržby i samotných pracovníků se záměrem zvýšit efektivitu vedení údržby a to v reálném čase. V současnosti je na trhu mnoho dostupných softwarů sloužící k tomuto účelu. Příkladem je SAP nebo o mnoho starší systém MFG Pro. Jedná se o samostatné systémy, které nám evidují stavy náhradních dílů, objednávají chybějící materiál, evidují prostoje a mnoho dalšího. Výčet funkcí těchto systému je tak obsáhlý, že mnohdy jsou jimi řízeny i veškeré procesy dané organizace [1].

### **3.2.7 Totálně produktivní údržba**

Jedná se o nejvyspělejší systém vedení údržby, který je v nynější době mnohem častěji implementován do výrobních provozů. Většinou bývá označován jako TPM (v anglickém znění Total Productive Maintenance). Byl vyvinutý v Japonsku. Zaměřuje se na snižování šesti faktorů ztrát. Jedná se:

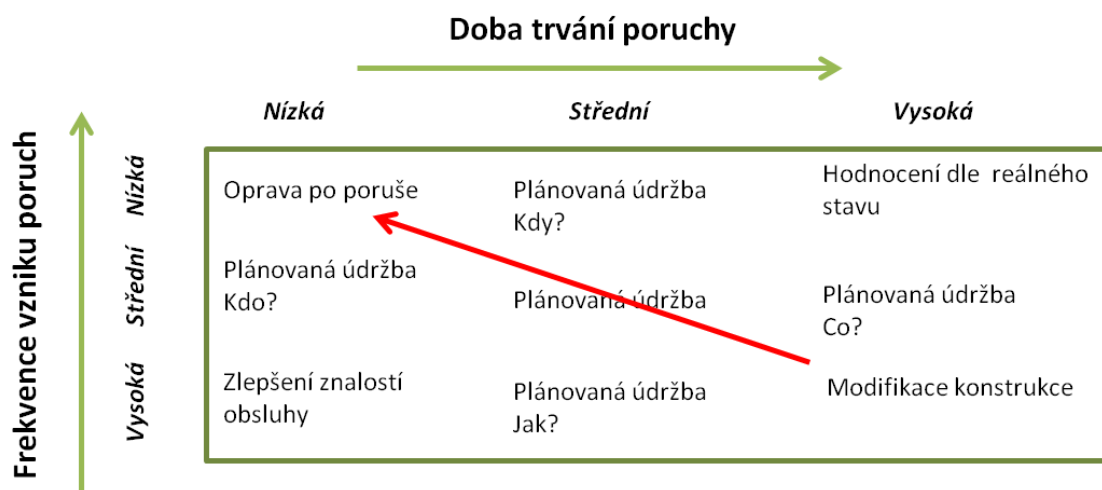
- defekty,
- ztráty najížděním,
- provoz na prázdno,
- scrap (zmetky),
- seřizování,
- nižší výkon.

Prioritou je aplikace autonomní údržby, což znamená, že určitou část údržbářských aktivit vykonává samotná obsluha. Dochází k významnému vzestupu účinnosti a efektivity. Výhodami je, že se jedná o aktivity v týmech a dochází k nabývání kvalifikace a znalostí zaměstnanců. Mezi jeden z hlavních znaků také patří zaměření na příčiny, nikoliv na příznaky. Další důležitou informací, kterou nesmíme opomenout je, že tento systém je ekonomicky výhodný. Více budu tuto problematiku rozvádět v praktické části [3].

### 3.3 Cíle a strategie údržby

Jak již bylo řečeno, údržba je jedním z nejdůležitějších procesů, který má přímý vliv na produktivitu ve výrobě. V průběhu času se údržba vyvíjí se záměrem rostoucí spolehlivosti a dochází ke splynutí výroby spolu s údržbou. K tomu je zapotřebí vedení neboli management údržby, který souhrnně řídí všechny aktivity týkající se vedení lidí, hmotného majetku, kontrolování nebo také plánování. Tohle vše dělá na základě zvoleného cíle, který vede k zajištění jistoty, efektivity a přizpůsobivosti. V nynější době se řízení zaměřuje především na hmotný majetek. Mluvíme o předpisech, instrukcích a prostředcích údržby, jež napomáhají optimalizovat náklady, zvyšují výkonnost strojů a analyzují rizika vzniku defektů. K tomu abychom dosáhli stanoveného ideálu, musíme zvolit strategii. Na základě strategie se odvíjí výsledky účinnosti, nákladů, produktivity a dalších potřeb, jako je prediktivita geneze defektů, bezpečnost nebo zajištění zařízení ve stavu takovém, ve kterém je schopné vyrábět kvalitní produkty, dle požadovaných charakteristik. Nesmíme opomenout, že zvolené cíle musí být cíle reálné a strategie sloužící k jejich dosažení musí být důsledně dodržována. Na zpracování strategie by se měli podílet všichni členové i napříč různými odděleními. Základem je opatření dat a informací, které později po realizaci vytvořeného projektu, porovnáváme s výsledky a revidujeme přínos dané strategie, od které očekáváme významný pokrok, převážně z hlediska efektivity a účinnosti. Pomocným nástrojem při volbě strategie je matice kritičnosti, která spočívá v závislosti závažnosti následků na pravděpodobnosti vzniku defektů daného zařízení. Pro vizualizaci je nejlepší způsob zanést určené hodnoty k jednotlivému zařízení do grafu. Tato možnost vizualizace nám usnadní určení druhu a metody plánované údržby, aplikované na jednotlivá zařízení. V případě, že získáme kombinaci s téměř nulovou poruchovostí a žádnými následky, volíme údržbu po poruše. Ačkoliv jsme si v předchozí kapitole řekli, že tato metoda je neefektivní, může být využívána záměrně na tento druh zařízení. V opačném případě, kdy máme následky vysoce závažné a poruchovost je opravdu častá, musíme přistoupit k plánovaným opravám a případným modifikacím stroje či zařízení. Další možností pro zvolení strategie je vypracování tabulky na základě kritérií frekvence vzniku defektů a doby trvání defektů. Z mého pohledu je tato metoda přehlednější a umožňuje se nám jednoznačně rozhodnout pro danou strategii plánované údržby, musíme však předpokládat, že zařízení neohrožuje bezpečnost pracovníků ani životní prostředí. V tomto případě nám pro vizualizaci slouží rozhodovací mapa, která je zobrazena na obrázku 3. Na této mapě figuruje 5 druhů možné volby strategie:

- **oprava po poruše:** v případě, že se defekty téměř vůbec nevyskytují, a když tato situace nastane, tak je korekce provedena za krátký čas,
- **plánovaná údržba:** s pevným časovým intervalem, využívána v případě středního výskytu a středně dlouhé doby opravy,
- **zlepšení znalostí obsluhy:** je užitečná, když je krátký čas opravy zařízení, ale defekty se vyskytují často,
- **hodnocení dle reálného, aktuálního stavu:** analýza zařízení, na kterém se defekty vyskytují zřídka, ale čas opravy může být dlouhý,
- **modifikace konstrukce:** jedná se o nejhorší kombinaci, a to takovou, že se defekty vyskytují velmi často a opravy jsou dlouhé [2].



Obrázek 3: Rozhodovací mapa [2]

Provozovaná zařízení jsou přiřazena k jednotlivým strategiím. Naším cílem je přesouvat zařízení z pravého dolního rohu do pravého horního. Tímto dochází k systematickému vylepšování zařízení s větší spolehlivostí.

### 3.4 Zajišťování zdrojů údržby

Jedním ze dvou členů zajištění údržby je outsourcing údržby. To znamená, že určité procesy jsou součástí údržby dodavatelé, na základě společné smlouvy [8]. V případě využívání interních pracovníků údržby, mluvíme o tzv. insourcingu. Nesmíme se poddat neustálému nátlaku na produktivitu a využívat outsourcing jako většinové procento celkové údržbářské práce, jelikož může docházet k postupnému snižování interního stavu zaměstnanců, až do fáze, kdy externí firmy budou vykonávat servis ve stoprocentním

rozsahu. Musíme si uvědomit, že vždy při komunikaci a spolupráci mezi dvěma firmami jsme vystaveni určitému procentu rizika. Proto musí být již od počátku přesně definováno, kdo bude za jaké aktivity zodpovědný. Procesy, které jsou konkurenceschopné a nevyžadují žádnou zvláštní péči v momentální chvíli, by neměly způsob opatření údržby měnit. Naopak funkce, které nejsou konkurenceschopné a nepatří ani mezi strategické, jsou ideální pro outsourcing. Během rozhodování však musíme brát v potaz mnohem více aspektů. Outsourcing využijeme, pakliže je to pro organizaci nejen úsporou, ale také nám zajistí dostatečnou úroveň kvality. Dalším aspektem může být nedostatek interních zdrojů, chybějící „know-how“, popřípadě ohraničený přístup k určitým specifickým zařízením a mnoho dalšího. Má však i spoustu nevýhod. Mezi hlavní nevýhody patří jednoznačně vznik případné závislosti na dodavateli dané služby. Ne vždy je dodržen poměr ceny a kvality vykonané práce. Minimálně jeden člen organizace, ve které je outsourcing vykonáván, musí řídit dané dodavatele. Také musíme spoléhat na jejich loajalitu a ochotu reagovat v co nejkratším čase v případě defektu. Nespolehlivost dodavatele v těchto vlastnostech nám může způsobit neočekávané prostoje, případně mohou prodloužit délku opravy stroje. [3].

Máme více možností jak nakládat s outsourcingem:

- **částečný outsourcing:** externí firma vykonává jen zadanou práci. Analýzy nebo plánování údržby je v plné kompetenci organizace, která outsourcing vyžaduje,
- **alternativní outsourcing:** znamená, že firma, která outsourcing provádí, je zodpovědná za všechny úkony s údržbou daného zařízení spojenými mimo analýzy. Vlastník zařízení (organizace) kontroluje externí firmu, jak nebo jakou práci vykonává,
- **kompletní outsourcing:** externí firma provádí všechny úkony, včetně analýz, plánování preventivní údržby a všech aktivit s tím spojených [2].

Není lehké rozhodnout, která z těchto tří variant je nejlepším řeším údržby, protože každé zařízení je specifické a vyžaduje jiné nároky. Z tohoto důvodu bychom měli přistupovat ke všem jednotlivým procesům individuálně a uvážit, zda budou externí firmy opravdu přínosem, zejména co se týká efektivity, spolehlivosti, účinnosti a ekonomičnosti.

## 4 Nástroje údržby

V oblasti údržby existuje mnoho systémů, které nám umožňují systematické vedení údržby, předpovídat defekty a také je systematicky odstraňovat. Součástí jsou nástroje, jež nám slouží k nasměrování nebo vyčlenění kritických procesů v provozu a zaměření převážně na příčiny, nikoli na následky.

### 4.1 FMEA

Jedná se o analýzu možných chyb a jejich následků (v anglickém znění Failure Mode and Effects Analysis). Byla vyvinutá pro NASA, konkrétně v rámci projektu Apollo v šedesátých letech. S postupem času se začala implementovat do leteckého průmyslu, jaderné energetiky a automobilového průmyslu. V současnosti musí být aplikována v každé průmyslové organizaci, která užívá normu ISO 9001. Musí se implementovat individuálně na každý proces. I přes to, že je velmi časově náročná, je nutné analýzu vypracovat důkladně. Můžeme předejít možným poruchám či haváriím. FMEA má dva typy rozdělení:

- **FMEA návrhu (DFMEA):** zkoumá všechny možné selhání funkcí analyzovaného systému, podsystemu nebo komponentu, přičemž příčiny jsou nedostatky v designu.
- **FMEA procesu (PFMEA):** zkoumá všechny možné selhání funkcí analyzovaného systému, podsystemu nebo komponentu, přičemž příčiny jsou nedostatky montážních a dalších činností, které se podílí na vytvoření a dodání produktu.

Z pohledu oddělení údržby se především musíme zaměřit na PFMEA. Její význam spočívá v identifikaci a hodnocení funkce procesu a požadavků na proces. Taktéž specifikuje možné chyby, které souvisí s produktem a procesem jeho výroby a následky těchto chyb na zákazníka. Hledá možné příčiny těchto chyb související s výrobními a montážními procesy. Zároveň umožňuje určit prioritu v přijímání preventivních a nápravných opatření a metod [2].

Pro efektivní vypracování této analýzy je potřeba sestavit zkušený tým zainteresovaný do daného problému. Stále musíme mít na paměti, že jde o týmovou práci, nikoli o práci jedince. Samozřejmostí je užívání podpůrných materiálů jako mohou být např. schémata,

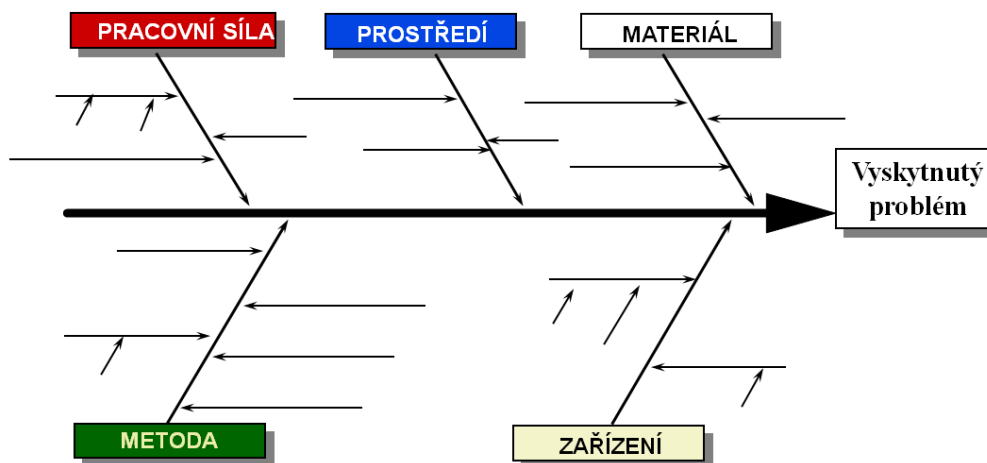
výkresy, specifikace, historické údaje o možných problémech, DFMEA, popřípadě údaje o způsobilosti procesu. Jako první musíme rozdělit celý proces do jednotlivých kroků. Následuje přesné definování požadavku, neboli jakou funkci chceme, aby daný proces splnil. Určíme chyby, které by mohly nastat, včetně jejich následku. Abychom měli z této části nějaký výstup, musíme číselně určit význam následku na stupnici od jedné do deseti. Menší čísla jsou přiřazována procesům, které nemají příliš velkou závažnost následků při výskytu uvedené chyby a naopak. Další částí analýzy je určení možné příčiny vzniku chyby. Každé příčině specifikujeme prevenci vůči výskytu. To znamená, že určíme metody či zajistíme určitá opatření, která nám eliminují vznik poruchy nebo je významně zredukují. Dostáváme se k vyčíslení výskytu poruch. Stále se pohybujeme na stejné stupnici od jedné do deseti. Čím vyšší výskyt, tím větší číslo. Poslední část obsahuje informace o možné detekci, přesněji můžeme říci, že se jedná o metody a způsoby odhalení vzniklé poruchy. Poslední informací je pro nás opět číselné hodnocení. Máme tedy dohromady tři hodnoty. Vynásobením těchto tří hodnot získáme index priority rizik (RPN). V případě, že je index vyšší než 100, je prioritou přidat nebo vylepšit metody prevence a detekce. Jak již bylo zmíněno, tato analýza nám určuje priority, na které je nutné se zaměřit a právě k tomu nám slouží index priority rizik. V poslední řadě bych ráda zdůraznila, že se jedná o „živý“ dokument, který je nutné průběžně aktualizovat [2].

## 4.2 *Ishikawův diagram*

Slouží pro analýzu příčin a následků. Často může být slýcháván jako tzv. „rybí kost“, jelikož již zmíněný diagram má opravdovou strukturu rybí kosti. Každá potenciální kost určuje možný důvod problému. Byl navržen japonským univerzitním profesorem Kaorou Ishikawou. Cílem je rozčlenit možné příčiny vzniku problému a ty následně analyzovat. Tato metoda je výhradně týmovou prací a její výhodou je možnost vizualizace viz obrázek 4. Měli bychom zachovávat tento postup:

- **určení následku,**
- **určení hlavních příčin:** na základě brainstormingu jsou určovány a postupně zaznamenávány všechny možné příčiny vzniku poruch, samozřejmě musí být dodrženy pravidla brainstormingu. Především každý člen týmu si musí uvědomit, že žádný názor není názorem špatným,
- **určení vedlejších příčin:** vyplývají z hlavních příčin, jelikož se aplikují otázky „Proč?, Jak?“,

- **určení nejvýznamnější:** rozlišení hlavních příčin dle pravděpodobnosti jejich vlivu na daný problém,
- **nápravná opatření:** vzhledem k vybraným příčinám se určí patřičná nápravná opatření [11].



Obrázek 4: Ishikawův diagram [11]

Tato metoda slouží k určení příčin problému nejen u strojů, ale také bere v potaz možnost vlivu lidí, materiálu a metody. I přesto může být efektivním přínosem pro údržbu. Dle mých zkušeností lze pomocí této metody vyřešit i zdánlivě neřešitelný problém, jelikož vizualizace a práce v týmu dokáže nasměrovat k hlavní kořenové příčině. Pokud se jedná o méně složitý případ, můžeme dosáhnout toho, že zkrátíme čas do případné opravy či implementaci nápravného opatření [11].

#### 4.3 KPI – Klíčové ukazatele

V anglickém znění „Key performance Indicators“. Jedná se o hodnocení výkonnosti údržby. Z pohledu managementu organizace jde především o ukazatele nákladovosti. Faktem je, že součástí klíčových ukazatelů, nejsou pouze náklady, ale i ostatní faktory související s výkonem aktivit údržby. Může mezi ně patřit zajištění bezpečnosti zdraví při práci, pohotovost zařízení nebo zajištění takové výroby, která nám zajistí kvalitní výrobky dle požadavků. Problém může nastat, jestliže jsou klíčové ukazatele vzájemně provázané a plníme daný ukazatel na úkor jiného. Pak se daný proces stává kontraproduktivním [2].

Snaha sjednotit všechny klíčové ukazatele vznikla v Evropě norma ČSN EN 15341 [10], která nám rozděluje jednotlivé ukazatele do třech skupin. Jedná se o ukazatele



ekonomické, technické a organizační. Cílem tohoto sjednocení je vize zvýšení efektivity a účinnosti údržby, protože pomocí KPI jsme schopni zjistit reálný, aktuální stav, analyzovat silné a slabé stránky, specifikovat cíle a plánovat určitá zlepšení [10]. V první řadě bychom měli stanovit cíle, jakých dané ukazatele mají dosáhnout, teprve poté můžeme jednotlivé ukazatele definovat. Ukazatele získáme poměrem dvou faktorů. Jako příklad mohu uvést jeden technický ukazatel, a to účinnost pohotovosti. Ten je definován poměrem faktorů dosaženého času funkčnosti k požadovanému času [2].

Další možností je používání ukazatele celkové účinnosti zařízení (dále jen CEZ), pro získání informací o technickoekonomických ukazatelích a efektivnosti údržby. V anglickém jazyce se používá slovní spojení „Overall Equipment Effectiveness“. CEZ nám vyjadřuje součin míry výkonu, míry využití a míry kvality.

- **míra výkonu:** jedná se o vlivy způsobené prostoji, nečinností nebo prodloužení strojního času,
- **míra využití:** jedná se o ztráty v průběhu provozu, např. vlivem defektů, přenastavením referencí nebo seřizováním,
- **míra kvality:** jedná se o vlivy způsobené nejakostní produkcí, např. způsobené chybou v procesu [1].

Na CEZ má vliv poměr počtu kvalitních výrobků v ideálním čase k době možného provozu stroje. Výhodou sledování tohoto ukazatele je, že přímo vidíme hlavní příčiny časových ztrát. Za pomoci vhodné vizualizace jsou všichni zaměstnanci schopni vyhodnotit, které sledované oblasti nesplňují požadované cíle. CEZ jistou mírou přesahuje kompetence údržby, ale není vyloučena možnost užití ukazatelů jak CEZ, tak vybraných ukazatelů KPIs dle výše uvedené normy. Vhodnost či nevhodnost použití je v kompetenci managementu údržby a bývá individuálně aplikován pro jednotlivé procesy [10].

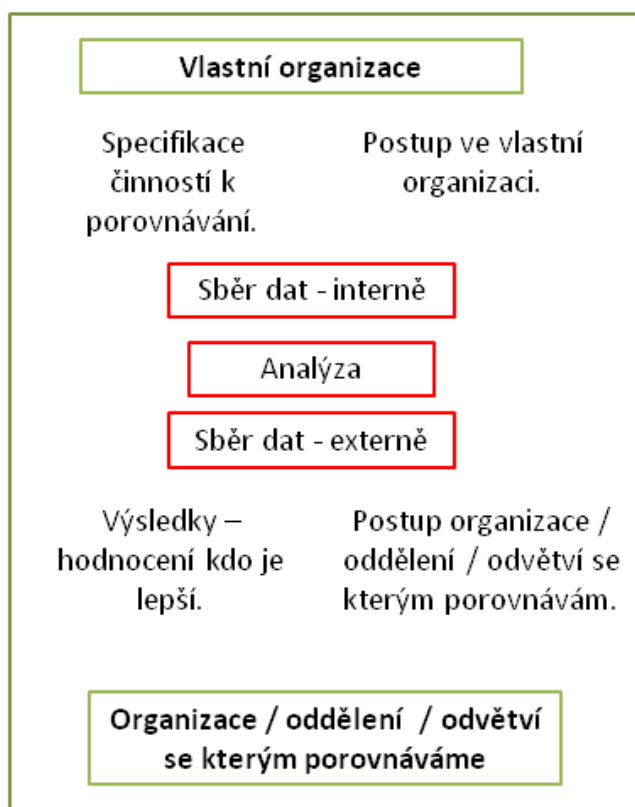
#### **4.4 Benchmarking**

Jde o nástroj, který řeší úroveň a efektivnost dílčích úkolů údržby. Mezi tyto dílčí úkoly patří veškeré aktivity údržby, od plánování až po produktivitu vykonané práce. Princip benchmarkingu spočívá v porovnávání údržby s nejlepšími organizacemi. Jelikož lze přeložit slovo „benchmark“ do českého jazyka jako „měřítko“, můžeme si snadno odvodit, že máme stanovené určité cíle nebo standard, ke kterým se snažíme přiblížit.

V první řadě je nutné nejdříve dané aktivity měřit a evidovat, aby byly k dispozici data k porovnávání. Smyslem je přejímat nejlepší praktiky, které již jsou na trhu, do vlastní organizace a využít znalostí ostatních organizací, za účelem zlepšení výsledků práce údržby. Benchmarking lze rozdělit:

- **interní:** realizace probíhá napříč různými odděleními vlastní organizace nebo projekty, popřípadě mezi pobočkami,
- **externí:** realizace probíhá na základě porovnávání s konkurencí, ale i s organizacemi jiného odvětví [3].

V případě interního porovnávání, je pro nás výhodou snadný přístup k informacím. Lze porovnávat jen určité oblasti napříč organizací se záměrem vyrovnat se těm úspěšnějším oblastem, které plní cíle kontrolovaných ukazatelů. V případě realizace benchmarkingu bychom měli dodržovat obecně platné postupy, vizuálně znázorněné na obrázek 5, jako součást čtyř modulů, sloužící pro shromažďování dat.



Obrázek 5: Benchmarking - obecný postup [autorka]

Jako první musíme definovat sledované činnosti pro porovnávání. Tyto činnosti by měly být přímo spojené s potřebami a požadavky zákazníka nebo by měly být klíčové pro

daný proces. Dále určíme s kým nebo s jakou organizací budeme porovnávat. Z mé vlastní zkušenosti se preferuje porovnávání s konkurencí. Může se však jednat i o organizaci, která se zabývá výrobou jiného sortimentu, ale je ve své praxi na velmi vysoké úrovni. Poté se dostáváme již ke zmíněnému měření, evidování a analýze dat. Za předpokladu, že všechny tyto kroky byly již uskutečněny, můžeme přejít k samotnému porovnávání a identifikaci možného vylepšení vlastního procesu [1].

#### 4.5 *Balanced Scorecard*

Jedná se o další z nástrojů měření výkonnosti. Balanced Scorecard (dále jen BSC) byl vytvořen Davidem Nortonem a Robertem Kaplanem koncem 20. století. Ti přišli na to, že měřit výkonnost, pouze podle finančních výsledků není dostatečně objektivní. Na základě tohoto zjištění byl k finančním ukazatelům přidán ještě jeden, a to ukazatel budoucí výkonnosti. Ve své podstatě se jedná o porovnání současného výkonu a požadovaného cíle. Nyní BSC může sledovat výkonnost z pohledu financí, procesů dané organizace, zákazníka a eventuálního růstu viz obrázek 6. Zmíněné výkonnostní faktory jsou schopny managementu údržby říct, jaké hodnoty přináší oddělení údržby, ale také jak mohou zlepšit své znalosti, postupy práce či procesy za účelem zvýšení výkonnosti údržby. Tento nástroj není aplikován pouze pro oddělení údržby, ale napříč celou organizací. Pomocí BSC jsou zaměstnanci schopni si uvědomit finanční následky svého jednání. Svým způsobem nám tento nástroj přeměňuje strategie na ukazatele, ze kterých lze definovat ty oblasti, na kterých musí prioritně proběhnout aktivity, které povedou ke zlepšení, ale také ty, které si vedou dobře. Z výše uvedeného je tedy zřejmé, že BSC je velmi účinný nástroj, využívaný managementem údržby za účelem systematického a neustálého zlepšování procesu v dané organizaci [3].



Obrázek 6: BSC [3]

## 4.6 Dokumentace údržby

V každé organizaci je důležité dokumentovat procesy, metody, postupy a evidovat každé vykonávané činnosti. Je rozdělena na dokumentaci technickou a informační.

### 4.6.1 Technická dokumentace

Pro možnost zajištění preventivní údržby musí být k dispozici technická dokumentace, která musí být vytvořena ještě před uvedením daného zařízení do provozu. Je tvořena dodavatelem zařízení. Mluvíme především o specifikacích a příručkách, které jsou nejen velmi důležité z hlediska bezpečnosti provozu, ale také nutné k možnosti zachovat požadované funkce. Součástí technické dokumentace je soupis a výkresy jednotlivých dílů i celých sestav. Absence této dokumentace by značně zvýšila délku prostoje v případě poruchy, jelikož bychom nebyli schopni včas zajistit náhradní díly nebo by nastaly problémy s montáží či demontáží. Elektrická, pneumatická nebo hydraulická schémata musí být taktéž samozřejmostí. V neposlední řadě zálohy všech softwarů a vytvořených programů u jednotlivých zařízení. Každý kdo zařízení přebírá je zodpovědný za kontrolu dokumentace vytvořené dodavatelem, v případě neúplnosti není zodpovědná osoba povinná, respektive by neměla, zařízení přebrat.

### 4.6.2 Informační dokumentace

Jedná se o dokumentaci tvořenou a udržovanou v průběhu životnosti zařízení nebo jakéhokoliv majetku. Patří mezi něj seznam majetku v dané organizaci, záznamy pracovníků údržby o provedené opravě, ale také již zmíněná FMEA. Tyto dokumenty ve své podstatě zahrnují činnosti, které pracovníci již vykonali nebo by vykonat měli. Dobrý příkladem je časový plán pro určité úkony nebo plán výroby. Plán výroby zahrnuje čas vyhrazený pro údržbu zařízení. Můžeme se dostat až k organizační dokumentaci, která musí být vytvořená přehledně, pro snadnou orientaci a schopnost okamžitého zjištění funkcí pracovníků. Ve větších podnicích je součástí dokumentace kvalifikační matice. Jsou zde zaznamenány pravomoci jednotlivých pracovníků, to znamená, že hned víme, který pracovník může vykonávat danou činnost, popřípadě školit ostatní pracovníky. Seznam informační dokumentace je velice obsáhlý. Jsou do ní zahrnuty dokumenty od směrnic, které nám říkají metodické postupy, až po audity, kalibrace nebo monitoring. Závěrem bych ráda podotkla, že udržování dokumentace ve stále aktuálním stavu je jeden z kroků k efektivní údržbě a kvalitních výrobků [5].

#### **4.7 *Audit managementu údržby***

Audit je systematická činnost ke zjišťování informací a hodnocení managementu údržby na základě stanovených kritérií. Tyto kritéria můžeme vysvětlit jako skupinu metod či požadavků, které jsou kladeny na management údržby. Každý audit musí být evidován a porovnáván s danými kritérii, normami nebo specifikacemi. V případě neshody, musí být učiněno nápravné opatření zodpovědnou osobou. Máme jednotlivé oblasti údržby, na které se audit zaměřuje.

- výrobní zařízení,
- strategie údržby,
- řízení a organizace zaměstnanců,
- administrativa,
- preventivní údržba,
- plánování údržby,
- počítačová podpora.

Hlavní roli auditu hrají otázky, které jsou položeny auditorem. Ke každé výše uvedené oblasti patří soubor specifických otázek. Odpovědi je možné vyhodnocovat v procentech, kde 100% znamená úplné splnění kritéria a naopak 0% znamená neshodu. Pro vizualizaci je vhodný paprskový diagram, kde jsou zobrazeny jednotlivé oblasti včetně průměrného procentuálního hodnocení. Umožní nám okamžité vyhodnocení a určení oblasti, která je nejkritičtější, aby mohlo být urychleně realizováno již zmíněné nápravné opatření [2].

### **5 *Návrh vylepšení TPM ve společnost DURA Automotive Systems s.r.o.***

#### **5.1 *Charakteristika výrobní společnosti***

Jedná se o americkou společnost, která se zabývá výrobou produktů pro automobilový průmysl sídlící v Aburn Hills v Michiganu. Její majitelkou je Lynn Tilton, která vlastní mnoho známých organizací především v Americe. DURA Automotive Systems je primárně dodavatelem manuálních i automatických řadících systémů, dveřních systémů a ručních brzd. Její závody jsou rozmístěny v osmnácti zemích s celkovým počtem čtyřiceti poboček. Taktéž se může DURA Automotive Systems (dále jen DURA) pyšnit počtem pracovních míst, jelikož v současnosti pro společnost pracuje více jak 12 000 zaměstnanců.

Produkty této společnosti jsou rozděleny na tři primární divize:

- Control Systems
- Structural Systems
- Exterior Systems

Výrobní závod v Kopřivnici, jež je součástí této bakalářské práce, patří do divize Control Systems. Jde o velice prosperující divizi širokého portfolia, zabývající se výrobou manuálních a automatických řadicích kabelů, včetně celých řadicích systémů i s řadicí pákou (viz obrázek 7), dále ruční parkovací brzdy, kabely do již zmíněných ručních brzd a kabely do dveřních systémů [12].



Obrázek 7: Manuální řadicí systém pro Škoda Roomster [12]

## 5.2 DURA Automotive Systems – historie závodu Kopřivnice

Založení společnosti můžeme zařadit do roku 2000. Jejím prvním zákazníkem se stala automobilová společnost Volkswagen, pro niž se začala výroba v roce 2003. Prvním cílem bylo zaimplementování norem a specifikací TS 16949 a ISO 14001, jež musí splňovat každá společnost či organizace, jestliže chce dodávat do automobilového průmyslu. DURA získala certifikát již v roce 2004. Stejného roku se realizovalo započetí výroby pro bowdeny řadicích kabelů [12].

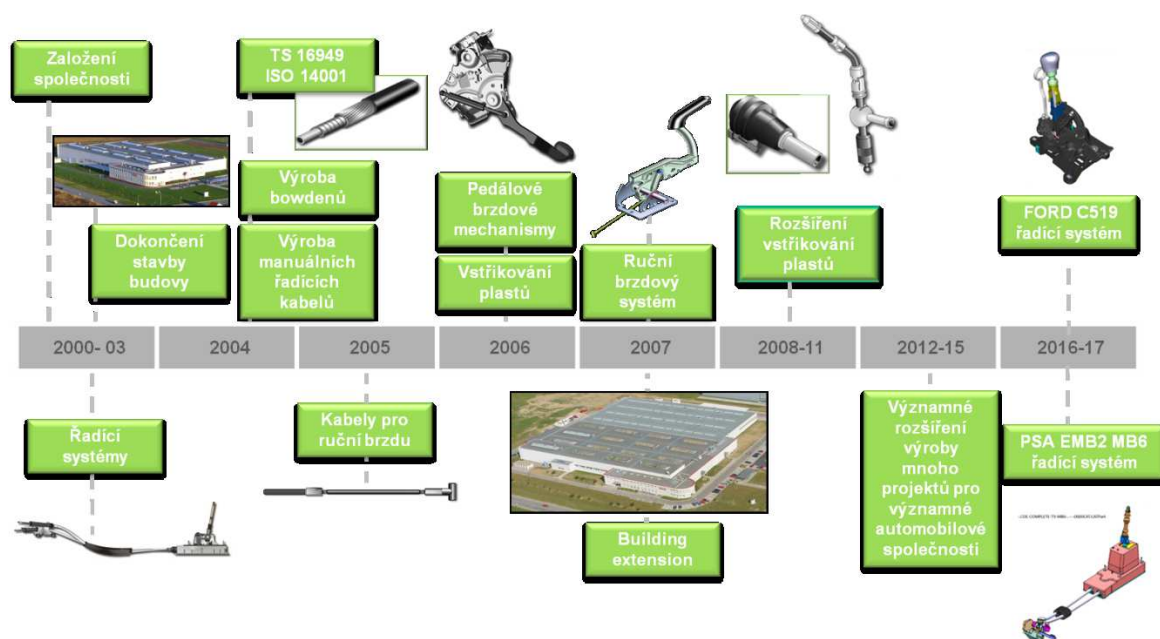
Společnost nezaostávala ani v roce 2005. Tým rok se DURA obohatila o výrobu brzdových kabelů pro ruční brzdu. Součástí byly zvýšené požadavky na jakost produktu a především bezpečnost, jelikož převážně produkty tohoto charakteru jsou označeny jako „Safety parts“, tedy bezpečnostní díly [12].

Protože vlastní výroba komponentů pro montáž je přínosem pro celou společnost, v roce 2005 se zahájila výroba vstřikování plastů. Prvním produktem této výrobní oblasti se stal brzdový pedál pro vozidla Volvo [12].

V roce 2007 DURA získala projekt výroby ručních brzd. Současně se rozšířila i o novou technologii. Po výrobě bowdenů a vstřikování plastů se společnost zaměřila také na svařování. Jelikož ruční brzdy taktéž vyžadují vysokou jakost a bezpečnost, musí být vytvořené sváry testovány při každém uvolnění výroby. Požadavkem nebylo testovat jen sváry, ale mnoho dalších charakteristik výrobků. Na základě toho bylo vybudované testovací centrum, které se v průběhu času rozšiřovalo. I přesto, že jeho vybudování bylo velmi nákladné, velkým přínosem byla úspora času a flexibilita pro uspokojování zákazníka, protože do té doby se vzorky posílaly do jiných poboček [12].

Jelikož komponenty, ze kterých se vyrábí finální výrobky, jsou často kombinací kovu a plastu, byla od roku 2008 významně rozšiřována oblast vstřikování plastů. Díky tomu bylo možné omezit kooperace mezi dodavateli daných procesů [12].

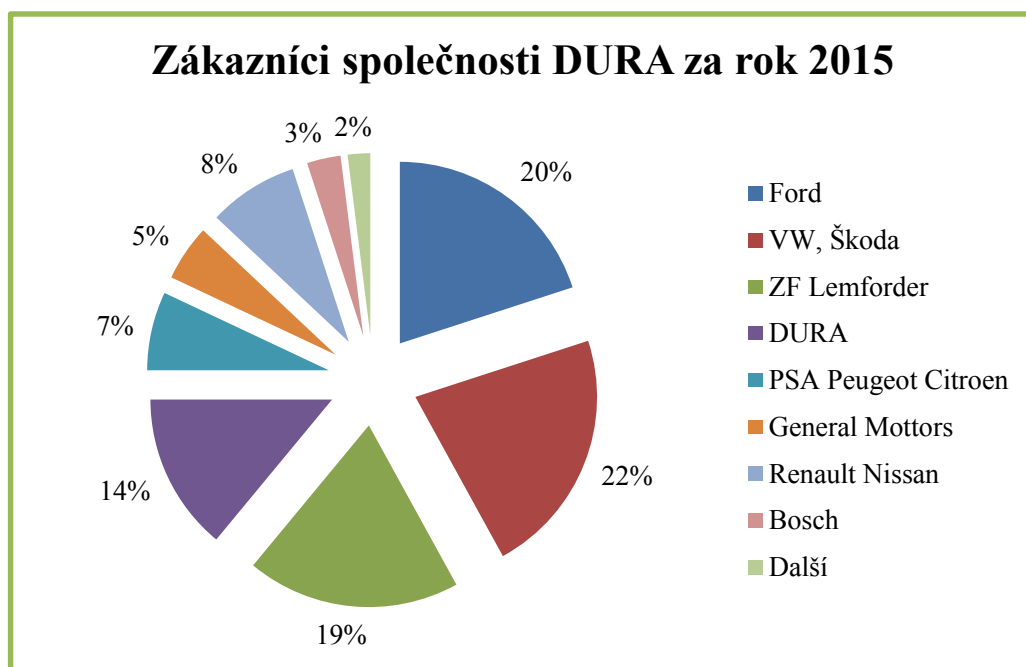
V dalších letech se společnost značně rozšířila a postupně se implementovala výroba již zmíněných řadících systémů pro mnoho významných automobilových organizací. Průběh výše uvedených důležitých milníků pro společnost DURA je zobrazen na obrázku 8 [12].



Obrázek 8: Důležité milníky společnosti DURA Kopřivnice [12]

### 5.3 DURA Automotive Systems – současnost závodu Kopřivnice

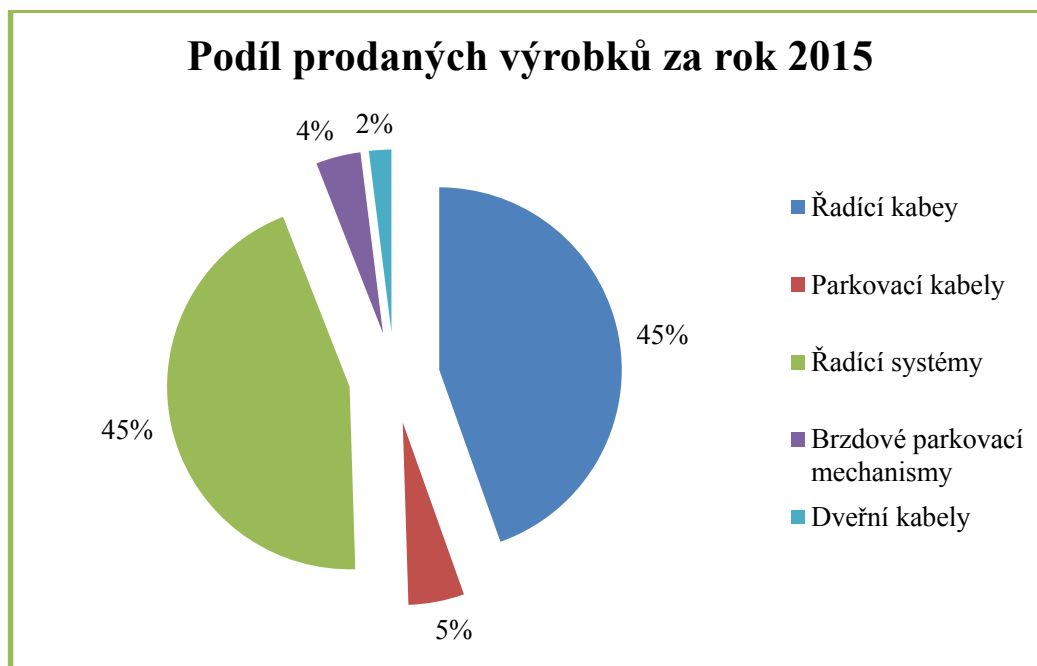
V současnosti pro společnost pracuje 735 zaměstnanců, z nichž je 69% žen a 31% mužů. DURA Kopřivnice je díky svým prosperujícím výsledkům velice významnou pobočkou pro celou Evropu, ale také další kontinenty světa. Je celosvětovým přímým dodavatelem automobilových společností a jejich subdodavatelů. Podíl prodeje výrobků pro dané zákazníky za rok 2015 je zobrazen na obrázku 9, z něhož lze vidět, že největší zastoupení má společnost Ford, VW a ZF Lemförder. I když v letech budoucích může ZF Lemförder předejít PSA Peugeot Citroen, jelikož budoucí projekty, které mají být realizovány v Kopřivnici, budou právě pro tuto automobilovou společnost [12].



Obrázek 9: Podíl prodeje výrobků pro dané zákazníky [12]

DURA ročně vyprodukuje téměř 37 milionů kusů výrobků, kde největší podíl zaujímají řadící kabely a samotné řadící systémy, viz obrázek 10. Výroba řadících kabelů je jak pro automatické převodovky, tak pro manuální. Celé řadící systémy se však vyrábí pouze pro manuální řazení. V současnosti upadá výroba systémů pro otevírání dveří a projekty se přenechávají jiné pobočce DURA Timisoara v Rumunsku, která je z 90% zaměřená na tuto produkci [12].





Obrázek 10: Podíl prodeje výrobků za rok 2015 [12]

Celá výrobní společnost je rozdělena do třech základních Byznys týmů:

- **Primary** – předvýroba bowdenů, lanek do bowdenů a ochranných návleků,
- **OVM + LDC** – vstřikování plastů, výroba kabelů sloužících pro otevírání dveří a systémy ručních brzd
- **Shifters** – řadící systémy.

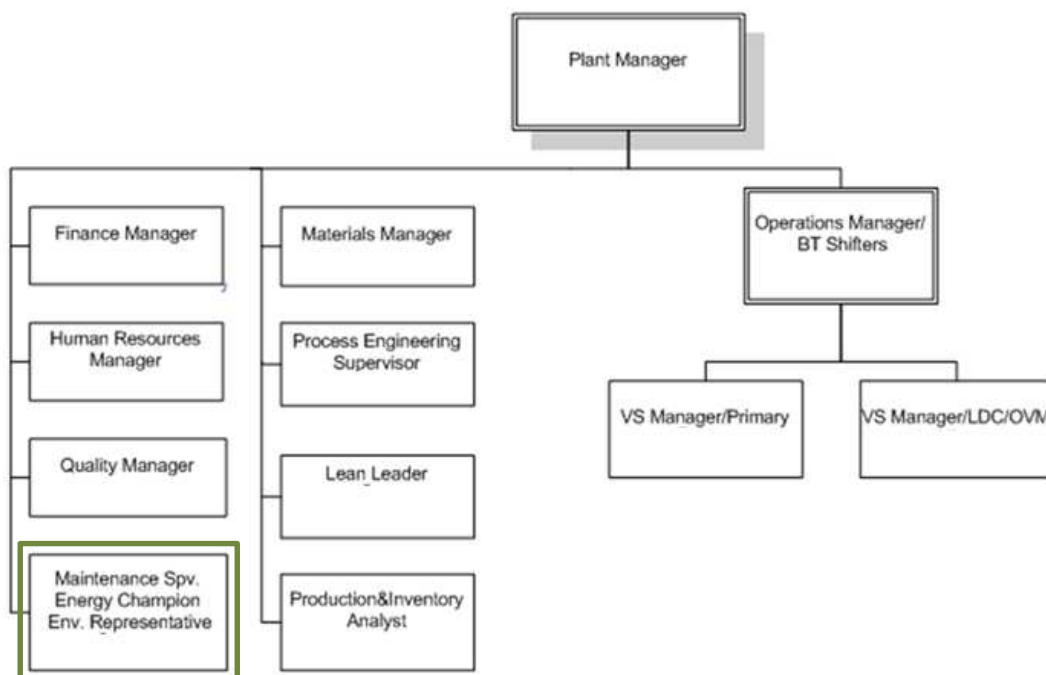
Do těchto třech týmů jsou začlenění jak operátoři, tak technici a jejich vedoucí pracovníci. Tým Primary a OVM + LDC jsou především dodavateli týmu Shifters, ale také dodavateli ostatních poboček společnosti DURA. Toto rozdělení je velice efektivní, jelikož každý tým tvoří lidé z různých oddělení a jejich práce je úzce spojená. Lze si pod tím představit kooperaci mezi odděleními logistiky, nákupu, technologie, kvality, údržby a samotné výroby. Zapojení každého člena týmu vede ke zvyšování kvality a spolehlivosti všech procesů. Každý zaměstnanec jednotlivých oddělení zodpovídá za určité výrobní linky nebo oblasti pro daného zákazníka [12].

#### 5.4 Struktura organizace

Organizační struktura společnosti DURA se s časem mění, a to z toho důvodu, že se vedení společnosti snaží dosáhnout nejefektivnějšího využití všech zaměstnanců. Současná struktura je znázorněná na obrázku 11.

Oddělení údržby je přímo odpovědné řediteli společnosti a patří do něj pracovníci:

- konstrukce,
- zodpovědní za tvorbu programů pro PLC systémy,
- nástrojárny,
- údržby výrobních linek [12].



Obrázek 11: Struktura společnosti DURA [12]

### 5.5 Management společnosti DURA

Systém celé organizace je budován na základě norem DIN EN ISO 9001:2000, ISO/TS 16949:2002, a také DIN EN ISO 14001:2004. V pravidelných intervalech jsou realizovány certifikační audity, které jsou nutností pro všechny společnosti automobilového průmyslu. Nedílnou součástí výrobní společnosti jsou také audity týkající se životního prostředí a dopady na něj. DURA pravidelně plní všechny podmínky splnění těchto auditů bez výraznějších nedostatků. Další certifikační audity jsou očekávány počátkem měsíce června tohoto roku [12].

Hlavní strategií společnosti je vývoj a výroba kvalitních produktů, které jsou na trhu požadovány. S tím je spojený také vývoj moderních zařízení s vysokými nároky na automatizaci, ergonomii, výkon zařízení a samozřejmě také na údržbu strojů, na kterých se dané produkty vyrábí.

Implementovaná politika společnosti DURA má pár zásad, díky kterým si udržuje svou pozici na trhu:

- **vize a strategie:** jsou přesně definovány pro dané období,
- **zákazník a jeho spokojenost:** samozřejmostí je pružné reagování na požadavky zákazníků, k dosažení jejich spokojenosti,
- **neustále zlepšování:** cílem společnosti DURA je neustálý vývoj nových produktů dle požadavků zákazníka. Z toho důvodů je vize společnosti taková, že se nebude specializovat pouze na řadicí systémy a další, již zmíněné výrobky, ale vytvoří se divize zcela nová zaměřená na jiný sortiment automobilového průmyslu,
- **Procesní řízení:** priorita je přiřazena kvalitě procesům,
- **Cíle společnosti:** tým vedoucích pracovníků, který kontroluje výkon a stav určitých ukazatelů vzhledem k předem definovaným cílům. V případě nedosažení cílů, je nutností se na tyto ukazatele zaměřit a definovat takové nápravné opatření, které nám zajistí jejich splnění. Jedná se o požadavek vrcholového managementu, který slouží k systematickému řízení a zlepšování výsledků organizace [4].

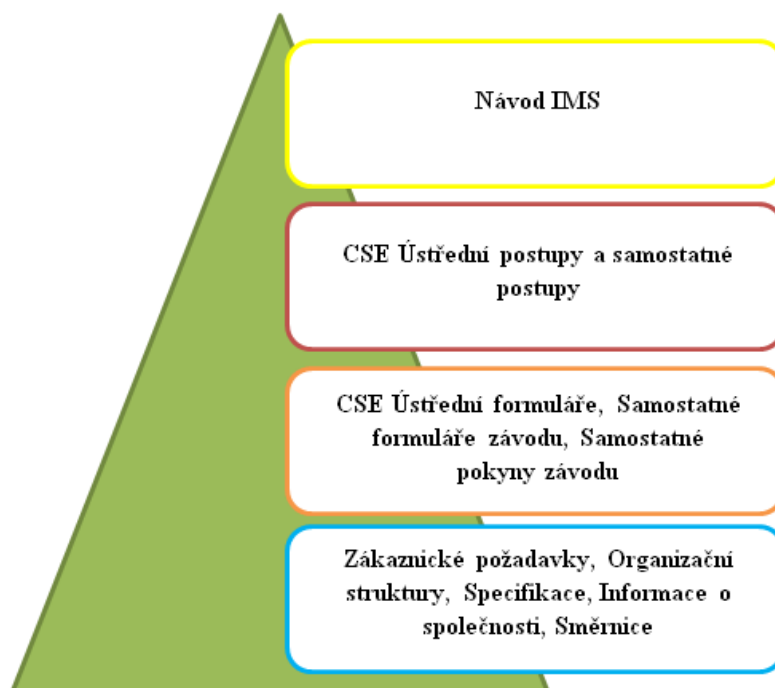
Nutností takové velké organizace je nastavení jednotného systému. Ten je pro všechny divize v Evropě stejný a je nazýván CSE. Jedná se o strukturu systémové dokumentace, která je zobrazena na obrázku 12.

IMS je manuál Integrovaného systému řízení a jeho součástí je:

- seznam a vysvětlení hlavních procesů
- politika ochrany životního prostředí,
- mapa procesů.

V rámci IMS jsou CSE standardy, které jsou platné pro všechny závody společnosti DURA v Evropě a jejich využívání je nutností. Jedná se například o:

- manuál APQP,
- manuál FMEA,
- manuál požadavků dodavatelů.



Obrázek 12: Systém řízení dokumentace [autorka]

## 5.6 TPM ve společnosti DURA

### 5.6.1 Ztráty ve výrobě

Jako každá průmyslová společnost, tak i DURA je vystavena různým překážkám k dosažení vyšší spolehlivosti a efektivnosti. Mezi hlavní ztráty patří 6 skupin:

- **Poruchy strojů a prostoje**

Může se jednat o úplnou nefunkčnost stroje nebo o ztráty funkčních vlastností. Poruchy strojů způsobují prostoje neplánované, ale také mohou pouze snižovat výkon, což často vede k bagatelizaci problému. Mnohdy se jedná o maličkosti, jako jsou např. mírné opotřebení, uvolněné spoje nebo znečištění. Následky těchto drobných závad mohou být značné. Projeví se nekvalitními výrobky, sníženým výkonem a chodem stroje naprázdno. V konečné fázi je ovlivněna finanční složka organizace.

- **Seřizování a výměna variant**

Během seřizování a výměny variant dochází ke ztrátám způsobeným výměnou materiálu, změnou nastavení pro jinou vyráběnou variantu výrobku nebo seřizením z důvodu nepřesnosti.

- **Chod na prázdno a přerušení výroby**

Tyto ztráty jsou způsobeny krátkodobými problémy stroje. Jedná se například o poruchu čidla nebo krátkodobé přerušení stroje, kdy v případě odstranění dané překážky, zařízení funguje dál. Nemluvíme tedy o poruše, ale přesto tyto krátkodobé přerušení ovlivňují CEZ.

- **Neefektivní využití strojů**

Jedná se především o nevyužití možné rychlosti stroje, které je způsobeno mnoha příčinami. Může se jednat o mechanické problémy, nekvalitní výrobky nebo strach z přetížení.

- **Ztráty ovlivněné kvalitou a prací navíc**

Ty jsou způsobené neoptimálním chodem stroje a vyřešením problému dočasným řešením ve formě vícepráce.

- **Ztráty najížděním a výrobou vzorků**

Jde o rozdíly ve výkonu z důvodu technologických podmínek nebo také při realizaci zkoušek z důvodu technologických změn, či výroby technologických vzorků. Jde totiž o čas, který výrobní linka či zařízení ztratí pro sériovou výrobu [4].

### 5.6.2 *Princip TPM*

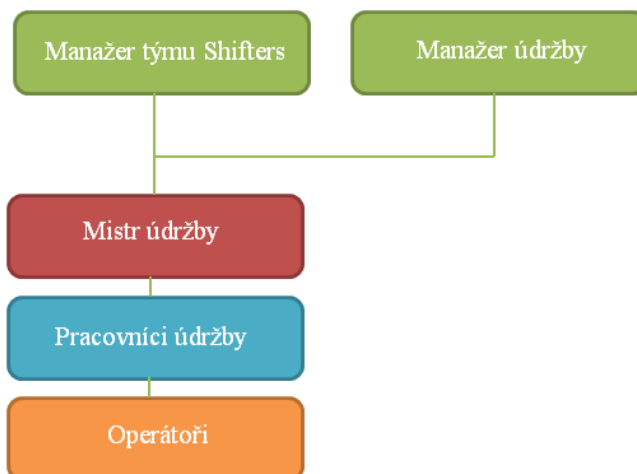
Jak už jsem zmiňovala, tyto hlavní ztráty se vyskytují jak ve společnosti DURA, tak v jiných organizacích. Cílem DURY je tyto ztráty zredukovat, a to vylepšováním systému údržby. Tomu napomáhá implementovaný systém TPM. Jde o skupinu aktivit, které vedou k udržení provozuschopnosti a spolehlivosti strojů a zařízení. Cílem TPM je:

- dosáhnout maximální efektivity zařízení,
- zapojení všech pracovníků,
- vylepšení systému údržby,
- nabývání znalostí pracovníků.

TPM můžeme brát jako nástroj, který zvyšuje CEZ ve společnosti. DURA má nastavené tzv. „nulové cíle“ tzn., že požaduje nulové prostoje, nulové závady a nulové nehody. Je však nereálné těchto cílů dosáhnout [4].

## 5.7 Současný stav TPM

DURA jakož to průmyslová firma, která dodává předním značkám automobilového odvětví, musí dbát na spolehlivost a efektivitu zařízení, proto v současné době je zaimplementován systém TPM do výroby. Jedná se o systém, který sníží již zmíněné ztráty. Ve společnosti se klade velký důraz na autonomní údržbu a především čistotu výrobních zařízení, protože jak je známo, tak nečistoty jsou jednou z hlavních příčin poruch. Na obrázek 13 lze vidět hierarchii v údržbě pro tým Shifters.



Obrázek 13: Hierarchie údržby [autorka]

Každodenní údržba je prováděna samotnými operátory, kteří tyto činnosti vykonávají na základě předepsaného dokumentu který je nazýván „Čistící a mazací plán“ a dalších návodů vedlejších operací. Čistící a mazací plán je definován mistrem údržby na základě znalostí, zkušeností nebo ověřených faktů. Je zde popsáno, co a jak se má udržovat a především v jakých intervalech. Pro určitá zařízení je také využíván outsourcing. Jedná se o zařízení, jako jsou například inkoustové tiskárny. Pracovníci údržby pak provádí v určitých časových intervalech velkou preventivní údržbu, kterou nemohou vykonávat samotní operátoři. Mezi činnosti TPM pracovníků údržby patří kontroly:

- těsnosti spojů,
- dotažení šroubových spojů,
- lisovacích a upínacích přípravků,
- funkcí pneumatických a hydraulických systémů,
- vůle vedení a vodících lišt,
- opotřebení pohyblivých částí,

- funkčnosti ovládacích tlačítek,
- bezpečnostních prvků,
- senzorů a kabelů,
- pořádku v rozvaděči,
- tiskáren.

Další náplní práce údržby je rychlé a efektivní odstranění poruch. Těm však musíme také předcházet, jelikož každá linka má předepsané cíle, které musí splnit. Každé nesplnění daných ukazatelů se projeví v celkových výsledcích celé společnosti. Dané ukazatele jsou navíc provázané. Porucha, která nebyla objevena včas, může způsobit nekvalitní produkty, jež mohou způsobit vícepráce, scrap a nízkou výkonnost linky. Proto každý člen DURY, musí chápat tyto procesy, efektivně a systematicky řešit problémy, jelikož každé předejití prostojů a dalších ztrát pozitivně ovlivňuje všechny zaměstnance.

### *5.8 Technický návrh vylepšení TPM*

Během pravidelné kontroly prostojů v oblasti Shifters bylo zjištěno, že větší procento zaujímají prostoje z důvodu poruchy stroje. Jednalo se především o pokažená čidla, poškozené šrouby, opotřebované přípravky apod. Mluvíme tedy o abnormalitách. Jde o drobné poruchy, které jejich ignorací, mohou způsobit poruchy závažné. V nejhorším případě mohou ohrozit bezpečnost obsluhy zařízení.

V současnosti je řešení abnormalit zahrnuto do systému TPM, není však jasně daný systematizovaný proces. Postupy jsou následující:

- operátor identifikuje abnormalitu,
- operátor zavolá pracovníkovi údržby,
- pracovník údržby se dostaví na danou výrobní linku,
- danou abnormalitu opraví.

Problém však nastává tehdy, kdy všichni pracovníci údržby jsou v danou dobu zaneprázdněni opravami poruch na jiných linkách. V tomto případě jsou opravy poruch prioritou, a to z důvodu zajištění dodávek zákazníkovi. Hrozí však riziko, že pracovník údržby zapomene na abnormalitu nebo ji nestihne opravit. V případě, že není předána další směně, informace se ztrácí. Než operátoři stihnou znovu kontaktovat údržbu, vznikne

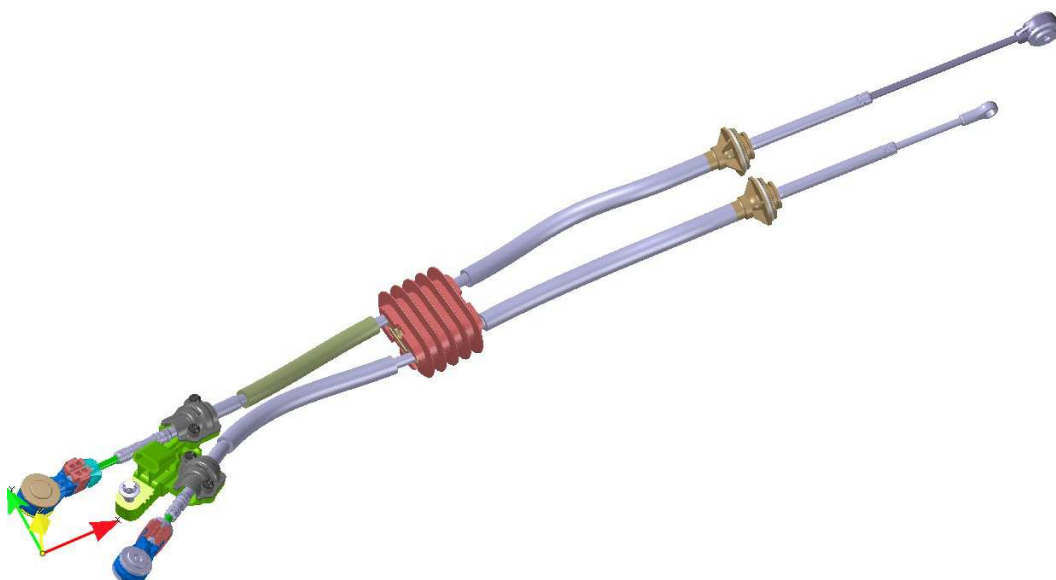
z malé abnormality porucha a následný prostoj. Tímto se tedy z preventivní údržby stává nežádoucí systém opravy po poruše.

Z tohoto důvodu je nutností nalézt vylepšení, které zajistí lepší komunikaci mezi operátory, pracovníky údržby a vedoucími pracovníky. To bude zajištěno stanovením postupu procesu pro systematické odstraňování abnormalit. Cílem bude snížený čas prostojů a zvýšení spolehlivosti strojů.

## 6 Realizace technického návrhu

Před započítím všech aktivit je nutné stanovit výrobní lokaci, která bude pilotním projektem pro realizaci technického řešení a systematického odstraňování abnormalit. Pro objektivní posouzení a vybrání té nejvhodnější lokace, jsem zúžila výběr pouze na ty, které jsou výrobou pro nové projekty nebo ty, které teprve budou díly pro nové projekty vyrábět.

Jako nejvhodnější byla vyhodnocena linka s označením B58 MTX. Jedná se o výrobní linku, která v současnosti produkuje kabely pro manuální řazení, kde finálním zákazníkem je společnost PSA. Linka je v provozu od roku 2008. Do výrobních zařízení se nejvíce investuje v období začátku projektu, proto po důkladné prohlídce bylo zjištěno, že po téměř osmiletém provozu, je zde mnoho nedostatků. Tím nejdůležitějším aspektem, který pomohl v rozhodování, je plánovaná modifikace celé linky pro nový projekt EMP2–MB6 viz obrázek 14. Jedná se rovněž o projekt společnosti PSA.

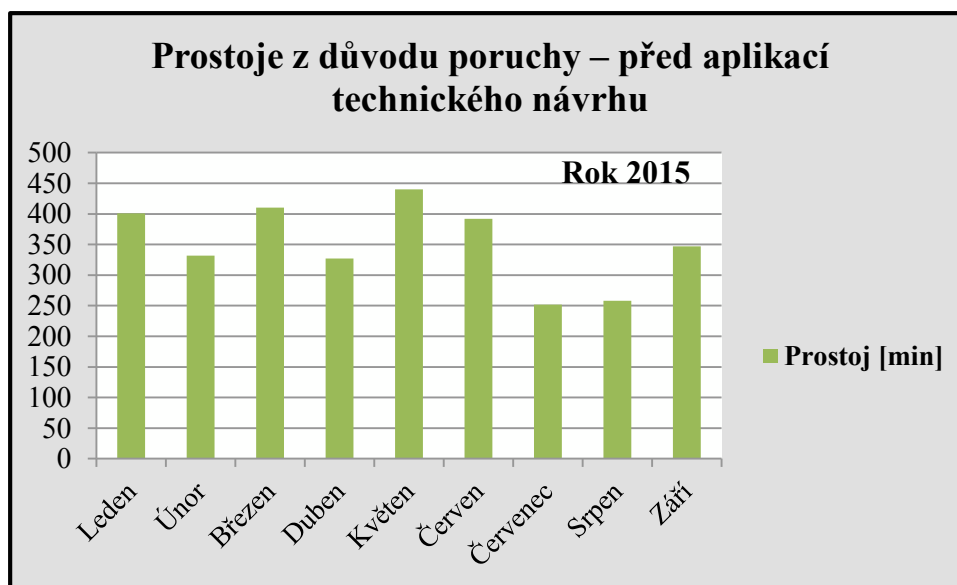


Obrázek 14: EMP2-MB6 Kabely pro manuální řazení [12]



V grafu 1 lze vidět množství prostojů, způsobenými poruchami zařízení za prvních devět měsíců roku 2015. Je z něj zřejmé, že prostoje jsou nestálé a relativně vysoké bez klesajícího trendu, vzhledem k faktu, že je zde již zaběhnutá výroba. Výjimkami jsou červenec a srpen. Tento pokles je však zapříčiněn sníženou výrobou, z důvodu celozávodní dovolené, která byla na přelomu těchto měsíců. Cílem bude minimalizace hodnot prostojů.

**Graf 1: Prostoje z důvodu poruchy před aplikací technického návrhu [autorka]**



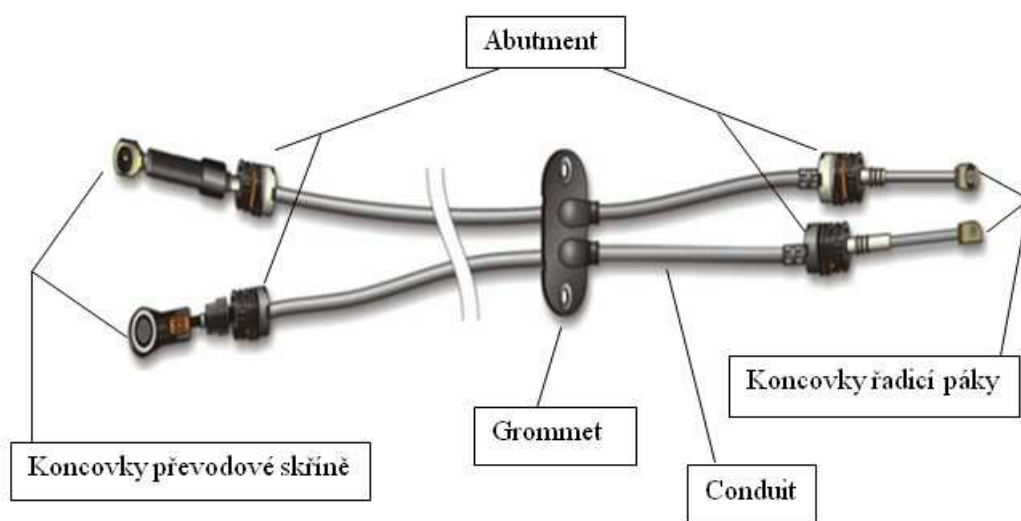
## 6.1 Popis výrobní linky pro zlepšování

Linka B58 MTX se skládá z devíti stanic. Sled procesů je znázorněn na obrázku 15. Kompletní výroba začíná na stanici lisování abutmentu, kde dochází k nalisování abutmentu na conduit, jak pro řadící kabel, tak pro volící. Následuje operace mazání conduitů, kdy mazivo snižuje tření při řazení, proto je nezbytně nutné mít stabilní proces mazání. Další stanice pomáhá operátorům s navlékáním ochranného návleku, který brání před vibracemi v autě, nebývají však používány u všech referencí. Hned po ochranných návlecích je na kabely umístěn grommet, sloužící pro oddělení kabiny vozu od vnější části podvozku. Nyní se lisuje druhý abutment, jež umožňuje uchycení v autě do přesně stanoveného místa. Dále probíhá proces lisování koncovek, které jsou v autě připojeny na převodovou skříň. Po navlečení do obou conduitů mohou být lisovány druhé koncovky pro možnost upnutí k řadící páce. Na závěr už pak probíhají pouze kvalitativní kontroly dle požadavků zákazníka. U kabelů se jedná především o měření tření, popřípadě kontroly dráhy lanka s koncovkami uvnitř conduitů. V některých případech je nezbytně nutná

vizuální kontrola předem definovaných komponentů. Na obrázku 16 lze vidět finální produkt řadícího kabelu.



Obrázek 15: Sled operací na lince B58 MTX [autorka]



Obrázek 16: Finální produkt [12]

Provozechopnost, spolehlivost a bezporuchovost jsou důležitými vlastnostmi výrobní linky a podmínkou pro výrobku kvalitního produktu. Jako zárukou výroby kvalitního výrobku prezentuje DURA zákazníkovi FMEU procesu, která popisuje, jak stroj odhalí jednak špatný výrobek, tak poruchu zařízení.

## 6.2 Definování týmu řešitelů

Hlavním cílem této části bylo sestavení takového týmu, který má znalosti dané problematiky a mohou být nápomocní při realizaci daného technického řešení.

Složení týmu:

- **manažer údržby:** zná problematiku vedení údržby,
- **mistr údržby:** umí identifikovat technický stav a zvolit vhodné řešení,
- **lean leader:** zná problematiku štihlé výroby,
- **technolog:** zná procesy a stav linky,
- **vedoucí operátorů linky B58 MTX:** zná výrobní linku.

## 6.3 Workshop – definování procesu řešení abnormalit

Součástí workshopu bylo přesné definování procesu, který nám zajistí systematické odstraňování abnormalit z linky B58 MTX. Formou diskuze celého týmu se určily vhodné postupy, které by byly vhodné pro aplikaci na danou problematiku. Každý se na základě znalostí a zkušeností vyjádřil, co by bylo vhodné udělat pro to, aby daný systém efektivně fungoval.

Jako první bylo dohodnuto vytvoření štítku, který bude obsahovat všechny potřebné informace pro pracovníky údržby a bude umístěn u vzniklé abnormality. Správným poznatkem týmu bylo, že stejný štítek by měl dostat údržbář, který abnormalitu bude odstraňovat. Je to z toho důvodu, aby se udržely informace o místě, kde se abnormalita nachází. Víme, že v automobilovém průmyslu jde o čas, tudíž byl navržen takový typ štítku, který bude mít dvě části, originál a kopii. Stačí, když vedoucí operátorů informace vypíše na originál a tyto informace budou automaticky propsány na kopii. Návrh daného štítku je zobrazen na obrázku 17.

Obsah štítku se skládá z těchto informací:

- **TPM abnormalita číslo:** stejné jak na originálu, tak na kopii,
- **Stroj/linka:** vedoucí operátorů uvede označení linky. V tomto případě bude označení „B58 MTX,“

- **Část stroje/stanice:** jedná se o číslo stanice, kde se abnormalita nachází. V tomto případě zde bude vyplněno „St. 1-9,“
- **Datum:** den, měsíc a rok zaznamenání abnormality,
- **Popis abnormality:** definování abnormality. Je nutné, aby popis obsahoval takové informace, ze kterých bude zřejmé, jaká abnormalita se zde nachází,
- **Zapsal:** vedoucí operátorů se podepíše. Nejlépe tiskacím hůlkovým písmem včetně vlastnoručního podpisu,
- **Odstranil:** pracovník údržby, který odstranil danou abnormalitu. Nejlépe tiskacím hůlkovým písmem, včetně vlastnoručního podpisu,
- **Datum:** datum odstranění abnormality.

Precizní vyplnění tohoto štítku poskytne dostatečné množství informací o dané abnormalitě, včetně kontroly doby trvání od vzniku, až po realizaci.

Číslo na originálu je  
shodné s číslem kopie

**TPM abnormalita číslo** 22 **DURA**

Stroj/linka	Část stroje/Stanice	Datum
	22	

Popis abnormality:

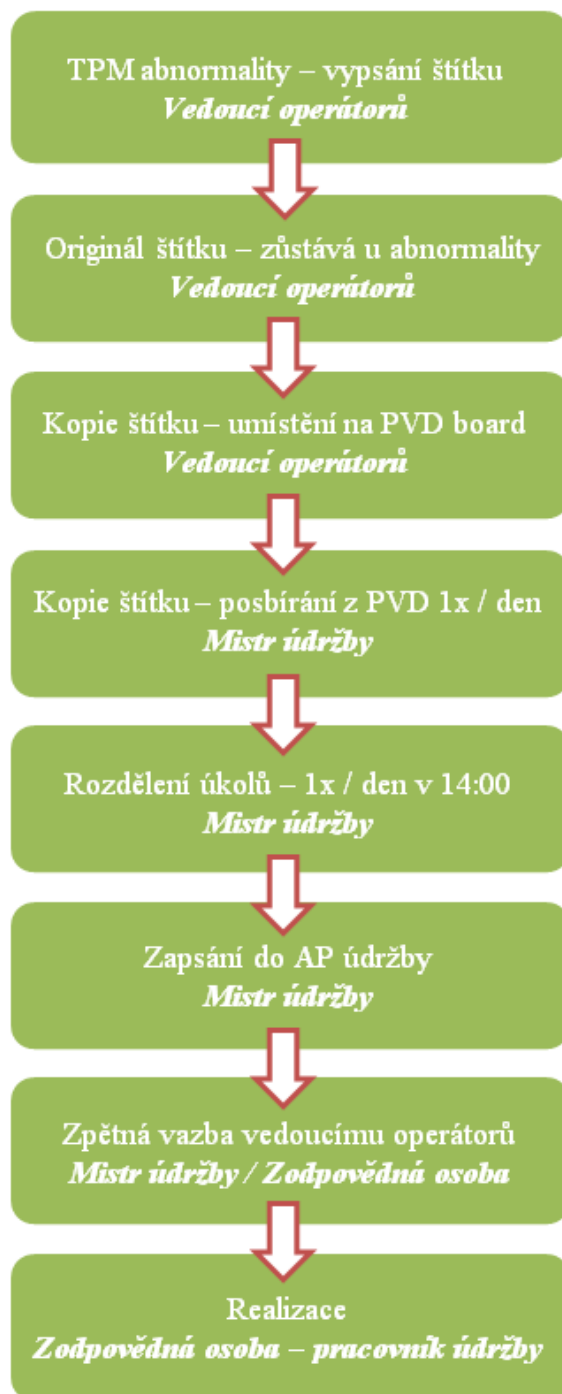
Zapsal:

Odstranil:

Datum:

Obrázek 17: Návrh štítku abnormality [autorka]

Dalším krokem workshopu bylo vytvoření jednoduchého a přehledného schématu, viz obrázku 18, ze kterého lze snadno vyčíst postup procesu od začátku až do konce, včetně definování zodpovědných osob.



Obrázek 18: Postup procesu řešení abnormalit [autorka]

Můžeme stručně vysvětlit takto:

- **Vypsání štítku**

Vedoucí operátorů, popřípadě zástupce vedoucího operátorů vypíše štítek určený pro TPM abnormality.

- **Originál štítku**

Vedoucí operátorů jej připevní k vzniklé abnormalitě, pro snadnější dohledání pracovníkem údržby.

- **Kopie štítku**

Vedoucí operátorů jej umístí na PVD board linky do sekce TPM. PVD board je informativní tabule, strukturovaná tak, že na první pohled poskytne informace o výkonnosti, problémech a trendech. Tato tabule je umístěna u každé výrobní linky nebo oddělení.

- **Sbírání štítku**

Mistr údržby každé ráno přijde na linku B58 MTX a z PVD tabule posbírá kopie abnormalit.

- **Rozdělení úkolů**

Mistr údržby informuje pracovníky údržby o vzniklých abnormalitách a určí zodpovědné osoby za odstranění. Toto rozdělení úkolů bude probíhat každý den v 14:00 při předávání směny.

- **Zapsání do AP údržby**

AP je akční plán. Obsahuje informace o činnostech, které je nutné vykonat. Je zde uvedena zodpovědná osoba a datum, do kterého se musí daná činnost splnit. V tomto případě zde mistr údržby zapíše danou abnormalitu.

- **Zpětná vazba vedoucímu operátorů**

Mistr údržby nebo zodpovědná osoba za odstranění abnormality, informuje vedoucího operátorů o předpokládaném datu odstranění abnormality.

- **Realizace**

Samotná realizace odstranění abnormality by měla probíhat tehdy, kdy nebude pracovník údržby zasahovat do výroby. Musí se ke každé abnormalitě přistupovat individuálně, jelikož každé její odstranění může trvat rozdílnou dobu. Může se tedy jednat o realizaci během obědové přestávky operátorů, odpolední nebo noční směny, ale také o víkendu.

#### ***6.4 Prozatímní hodnocení technického návrhu***

Prozatímní hodnocení probíhalo po čtyřech měsících od doby realizace. Největší počet, který je zobrazen v tabulce 1, byl zaznamenán hned v prvním měsíci zavedení technického návrhu do procesu. Z toho vyplývá, že již nějakou dobu se dané abnormality, na lince

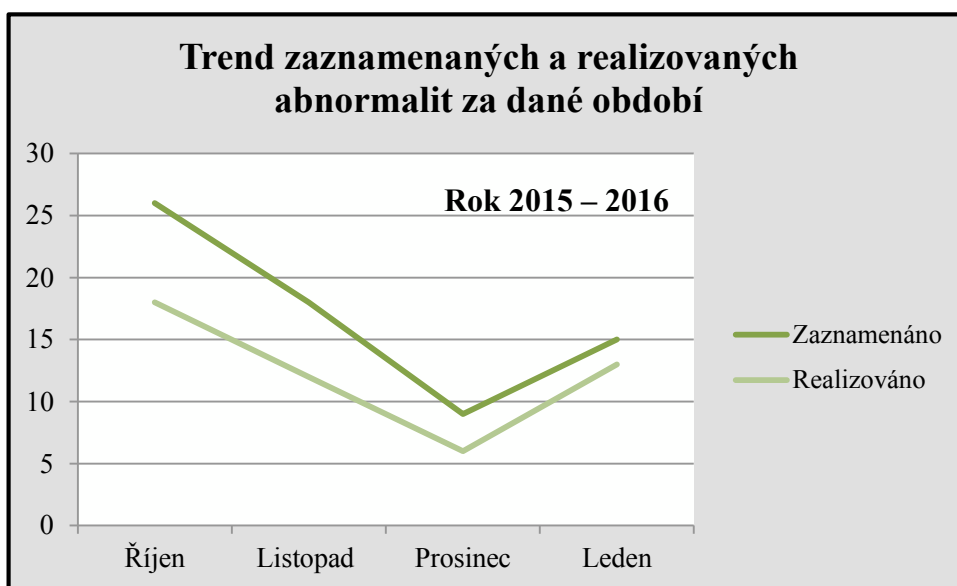
B58 MTX, vyskytovaly a byly potenciálními poruchami nebo ohrožením pro operátory. Příklady abnormalit jsou zobrazeny v příloze A.

**Tabulka 1: Počet abnormalit – průběžné hodnocení [autorka]**

<b>Počet zaznamenaných a realizovaných abnormalit za dané období 2015-2016</b>		
Měsíc	Zaznamenáno	Realizováno
Říjen	26	18
Listopad	18	12
Prosinec	9	6
Leden	15	13

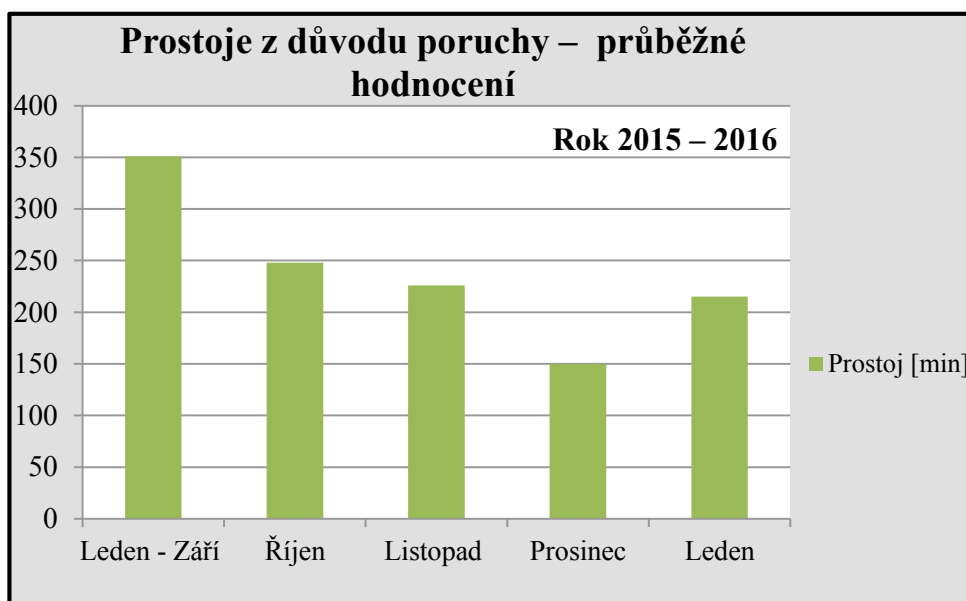
Trend mezi realizovanými a nerealizovanými abnormalitami lze vidět v grafu 2. Z grafu je patrné, že v průběhu času se realizované abnormality přibližují počtu zaznamenaných. I přesto, že jsme dosáhli značného pokroku, požadavkem je 100% realizovaných abnormalit.

**Graf 2: Zaznamenané a realizované abnormality – průběžné hodnocení [autorka]**



Jako pozitivní vidím přístup jak vedoucích operátorů, tak pracovníků údržby. Na základě jasně stanoveného procesu jsou schopni lépe komunikovat a pracovat systematicky, což jistě přispělo k vysokému počtu odstranění abnormalit již v zárodku. V grafu 3 je porovnávána průměrná hodnota prostojů za měsíce leden až září roku 2015 a další čtyři měsíce po implementování systematického odstraňování abnormalit. Můžeme si všimnout, že trend prostojů je klesající. Ovšem jako objektivní hodnotu nelze brát v potaz měsíc prosinec, a to z důvodu celozávodní dovolené v období svátků.

Graf 3: Prostoje z důvodu poruchy – průběžné hodnocení [autorka]



Vzhledem k průměrnému hodnocení prostojů od ledna do září, kde prostoje činí 351 min, můžeme procentuálně vyjádřit snížení prostojů ve výrobní lince. Tyto hodnoty jsou zobrazeny v tabulce 2. Jak bylo zmíněno, měsíc prosinec není zcela objektivní, z důvodu svátků.

Tabulka 2: Snížení prostojů po implementaci – fáze průběžného hodnocení [autorka]

Snížení prostojů za dané období 2015-2016	
Měsíc	[%]
Říjen	29
Listopad	35
Prosinec	57
Leden	38

Pro shrnutí čtyřměsíčního období byl znovu realizovaný workshop, z důvodu možnosti hodnocení celého týmu a vyjádření k případným nedostatkům.

Zaznamenané nedostatky:

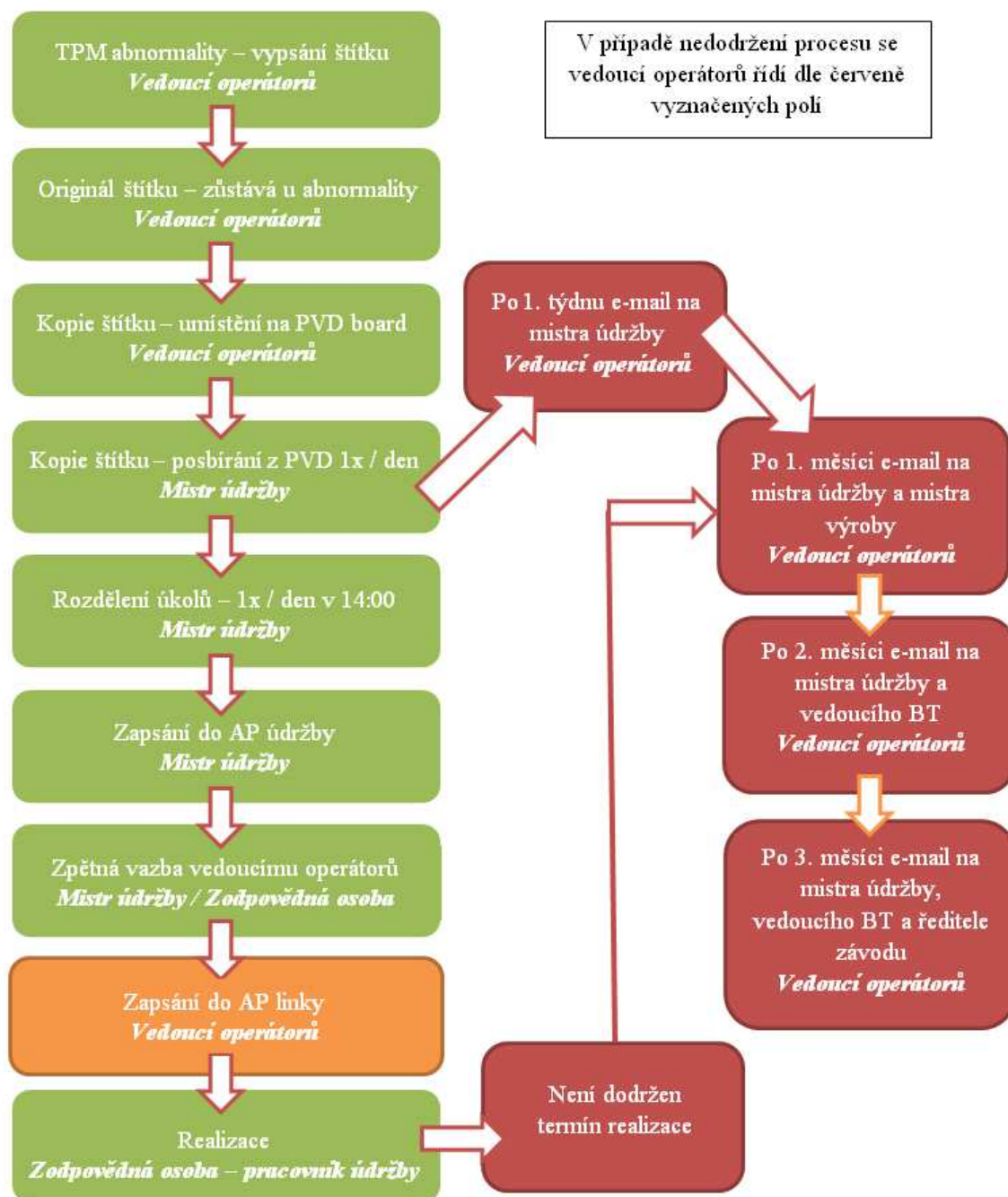
- mnohdy chybí zpětná vazba o předpokládaném datu realizace,
- mezery v komunikaci v případě nedodržení časového plánu.



## 6.5 Vylepšení technického návrhu pro systematické odstraňování abnormalit

Na základě zaznamenaných nedostatků ze společného workshopu, byla stanovena nápravná opatření.

V případě absence zpětné vazby i nedostatků v komunikaci při nedodržení plánu, se možností pro zlepšení stal návrh zpřístupnění e-mail komunikace pro vedoucí operátorů. Rozšířený proces systematického odstraňování abnormalit je znázorněn na obrázku. 19.



Obrázek 19: Rozšířený proces systematického odstraňování abnormalit [autorka]

Princip stanoveného procesu, který slouží pro systematické odstraňování abnormalit, zůstává téměř stejný. Je však obohacen o určité činnosti, které mají docílit lepších výsledků, projeví se poklesem prostožů a počtem realizovaných abnormalit.

Součástí rozšíření je tedy:

- **Zapsání do AP linky**

Vedoucí operátorů po obdržení zpětné vazby zapíše tuto informaci do svého akčního plánu, z důvodu možnosti revidovat daný časový plán a evidovat otevřené body. Informace tedy bude obsahovat číslo a druh abnormality, zodpovědnou osobu za realizaci a předpokládaný termín splnění.

- **Po 1. týdnu upozornění**

V případě nevyzvednutí kopie štítku abnormality, vedoucí operátorů pomocí e-mailu kontaktuje mistra údržby. Tímto ho upozorní, že kopie nevyzvedl včas. Od mistra údržby je očekávaná okamžitá reakce.

- **Po 1. měsíci nedodržení stanoveného procesu**

Vedoucí operátorů napíše upozorňovací e-mail, kde je jako adresát přidán vedoucí výroby. Ten kontaktuje přímo mistra údržby a zjistí přesný termín realizace, případně další informace potřebné k realizaci abnormality. Vedoucí operátorů dostane od mistra výroby zpětnou vazbu.

- **Po 2. měsíci nedodržení stanoveného procesu**

Vedoucí operátorů napíše upozorňovací e-mail, kde je jako adresát mistr údržby a vedoucí Byznys týmu. Tomu se poté mistr údržby musí zodpovídat, z jakého důvodu nebyla abnormalita odstraněna. Následuje realizace nebo zpětná vazba lince o novém termínu.

- **Po 3 měsíci nedodržení stanoveného procesu**

Vedoucí operátorů napíše upozorňovací e-mail, kde je jako adresát mistr údržby, vedoucí Byznys týmu a ředitel závodu. Mistr údržby se poté musí zodpovídat řediteli závodu o důvodu neodstranění abnormality. Následuje realizace nebo zpětná vazba lince o novém termínu.

V zájmu vedoucích operátorů je důslednost v těchto postupech, jelikož pokles prostojů se pozitivně projeví v CEZ, které ovlivňuje měsíční prémie operátorů dané linky. Dalším faktorem je možné nesplnění výrobního plánu vlivem dlouhých prostojů, který musí být nahrazen např. během přesčasových hodin operátorů.

Pro možnost aplikace rozšířeného procesu bylo nutností vytvoření e-mail adresy v počítači, který je umístěn u linky B58 MTX. Jakýkoliv požadavek na změnu nebo vylepšení musí být řízen oficiálním dokumentem. V tomto případě byl využit formulář pro návrh Kaizenu.

- **Kaizen**

Nástroj pro systematické zlepšování pracovních činností. Každý zaměstnanec předloží ve formuláři návrh pro zlepšení jakékoliv činnosti a předá svému nadřízenému. Příslušná vedoucí osoba Kaizen schválí nebo zamítne. Tento návrh může dát jakýkoliv zaměstnanec společnosti bez ohledu na pracovní pozici nebo oddělení, ve kterém pracuje [13].

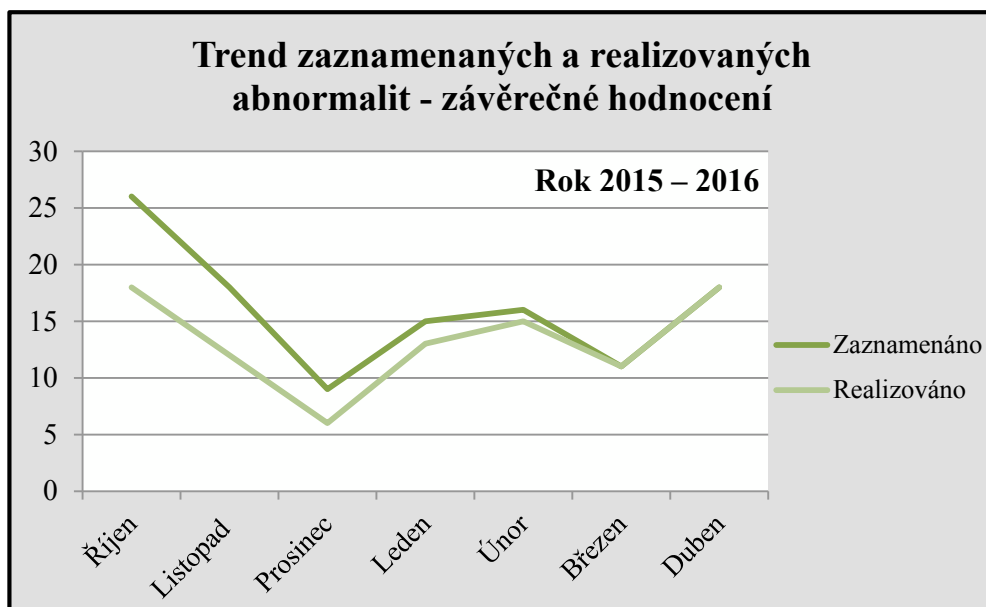
Kaizen pro implementaci e-mailu, byl schválen i realizován v měsíci lednu týmem z oddělení informačních technologií. Vyplněný formulář je součástí přílohy B.

Vzhledem k hodnocení po třech dalších měsících, lze vidět, že počet realizovaných abnormalit uvedených v tabulce 3 se v posledním měsíci vyrovnal zaznamenaným abnormalitám, čehož si také můžeme všimnout v grafu 4, kde se každý měsíc křivka realizovaných abnormalit přibližuje k těm zaznamenaným.

**Tabulka 3: Počet abnormalit – závěrečné hodnocení [autorka]**

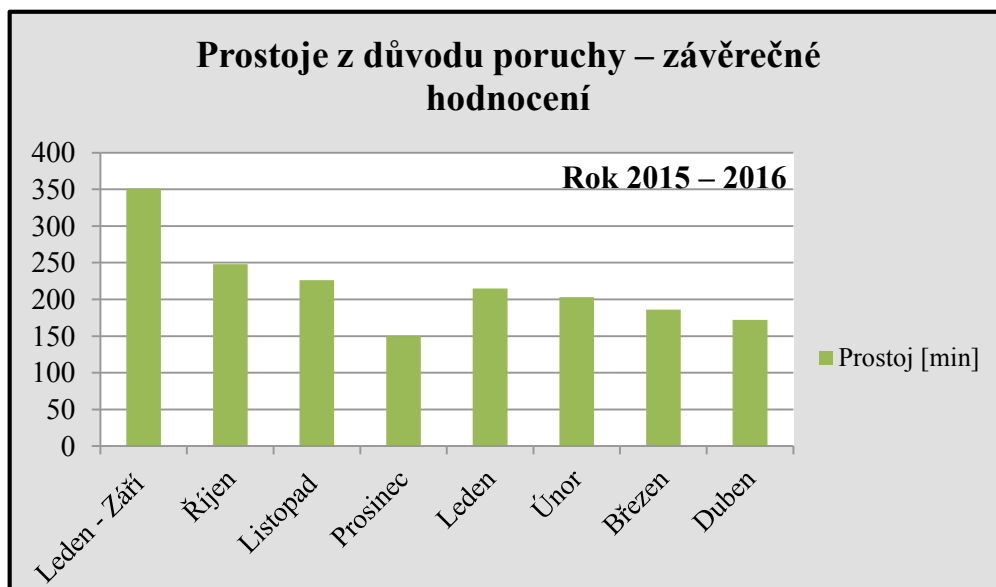
<b>Počet zaznamenaných a realizovaných abnormalit za dané období 2015-2016</b>		
Měsíc	Zaznamenaná	Realizováno
Říjen	26	18
Listopad	18	12
Prosinec	9	6
Leden	15	13
Únor	16	15
Březen	11	11
Duben	18	18

Graf 4: Zaznamenané a realizované abnormality – závěrečné hodnocení [autorka]



Vlivem rozšíření procesu a zažití celého systému, se v průběhu času prostoje snižovaly, viz graf 5. Velkou zásluhu v tomto novém systému řešení abnormalit má zavedení e-mail komunikace. V případě opomenutí některé z činností či neshodě, vedoucí operátorů mohl okamžitě kontaktovat mistra údržby, který se vždy snažil o okamžitou nápravu.

Graf 5: Prostoje z důvodu poruchy – závěrečné hodnocení [autorka]



Pro snazší porovnání je v tabulce 4 zobrazen procentuální rozdíl oproti průměrnému času prostoje 351min, které byly zaznamenány před implementací technického návrhu. V měsíci dubnu bylo dosaženo snížení prostoje až o 51%, což můžeme brát jako dosažení stanoveného cíle.

**Tabulka 4: Snížení prostoje za dané období – závěrečné hodnocení [autorka]**

<b>Snížení prostoje za dané období 2015-2016</b>	
<b>Měsíc</b>	<b>[%]</b>
Říjen	29
Listopad	35
Prosinec	57
Leden	38
Únor	42
Březen	47
Duben	51

## 7 Závěr

Cílem této práce byl návrh a realizace technického vylepšení v oblasti systému údržby. V rámci teoretické části byly vysvětleny nástroje, metody a celkové potřeby pro správný chod údržby.

Součástí praktické části byl technický návrh a samotná realizace vylepšení TPM ve společnosti DURA Automotive s.r.o. Cílem praktické části bylo snížení prostojů vlivem poruch na lince B58 MTX a současně vylepšit proces odstraňování abnormalit.

Na základě výčtů prostojů po implementaci technického návrhu bylo zaznamenáno, že prostoje s časem klesly až o 51%. Samotný podíl na snížených prostojích neměl pouze nový systém odstraňování abnormalit, ale také snaha a svědomitost všech zainteresovaných zaměstnanců, bez kterých by samotný systém nemohl dosáhnout takového úspěchu. Může být tedy jednoznačně potvrzeno, že stanovené cíle byly splněny.

Na závěr každého pilotního projektu je nutné zhodnotit celý navržený systém a jeho možnosti implementování ve všech výrobních linkách. Jelikož na lince B58 MTX se tento systém již osvědčil, nic jeho realizaci nebrání. Během sedmi měsíců pozorování celého procesu, bylo zjištěno, že systém papírových štítků včetně jeho kopií je proces zdoluhavý a jsou zde možnosti pro zefektivnění.

Předběžným návrhem a tématem pro další diskuze je vytvoření databáze abnormalit, do níž by vedoucí operátorů abnormalitu vypsali. Současně by byl vygenerovaný a vytištěný štítek, který by zůstal u abnormality. Jde o dlouhodobou vizi, která by zcela vyřadila proces sbírání a předávání štítků. Další výhodou je uchovávání dat a možnost revize neodstraněných abnormalit.

## Poděkování

Velice ráda bych poděkovala všem, kteří mi pomáhali a byli oporou po celou dobu tvorby této práce. Především panu doc. Ing. Františkovi Helebrantovi, CSc., vedoucímu mé bakalářské práce, za vedení, podporu a poskytnutí technických rad.

Současně bych ráda poděkovala společnosti DURA za možnost profesní realizace a odborného vzdělání v oboru.

Poděkování také patří mé rodině a příteli za podporu a toleranci během celé doby studia.

## 8 Seznam použité literatury

- [1] HELEBRANT, F. *Technická diagnostika a spolehlivost – IV. Provoz a údržba strojů*. Ostrava: VŠB-TU, 2008. ISBN 978-80-248-1690-6.
- [2] LEGÁT, V. a kol. *Management a inženýrství údržby*. Příbram: Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
- [3] LEGÁT, V., GREŇČÍK J., RAKYTA M. *Modul III – Současné trendy v údržbě technických systémů*, 2013.
- [4] MAŠÍN, I., VYTLAČIL M. *TPM – Management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-5-9.
- [5] ČSN EN 13460. *Údržba – Dokumentace pro údržbu*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [6] ČSN EN 15628. *Údržba – Kvalifikace pracovníků údržby*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [7] ČSN EN 60300-3. *Management spolehlivosti*. Český normalizační institut, 2010.
- [8] ČSN EN 13269 *Údržba – Směrnice pro vypracování smluv o údržbě*. Český normalizační institut, 2007.
- [9] ČSN EN 13306. *Údržba – Terminologie údržby*. Český normalizační institut, 2002.
- [10] ČSN EN 15341. *Údržba – Klíčové indikátory výkonnosti údržby*. Český normalizační institut, 2010.
- [11] 22.7.2015 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>
- [12] ŽABENSKÝ, J. *KOP Presentation*. Kopřivnice, 2016
- [13] DURA Automotive Systems. *Příručka štihlé výroby pro závody DURA*. Kopřivnice, 2015



## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Životní fáze zařízení a jeho spolehlivosti [1]

Obrázek 2: Průběh analýzy RCM [2]

Obrázek 3: Rozhodovací mapa [2]

Obrázek 4: Ishikawův diagram [11]

Obrázek 5: Benchmarking - obecný postup [autorka]

Obrázek 6: BSC [3]

Obrázek 7: Manuální řadící systém pro Škoda Roomster [12]

Obrázek 8: Důležité milníky společnosti DURA Kopřivnice [12]

Obrázek 9: Podíl prodejů výrobků pro dané zákazníky [12]

Obrázek 10: Podíl prodejů výrobků za rok 2015 [12]

Obrázek 11: Struktura společnosti DURA [12]

Obrázek 12: Systém řízené dokumentace [autorka]

Obrázek 13: Hierarchie údržby [autorka]

Obrázek 14: EMP2-MB6 Kabely pro manuální řazení [12]

Obrázek 15: Sled operací na lince B58 MTX [autorka]

Obrázek 16: Finální produkt [12]

Obrázek 17: Návrh štítku abnormality [autorka]

Obrázek 18: Postup procesu řešení abnormalit [autorka]

Obrázek 19: Rozšířený proces systematického odstraňování abnormalit [autorka]

## **10 Seznam grafů**

Graf 1: Prostoje z důvodu poruchy před aplikací technického návrhu [autorka]

Graf 2: Zaznamenané a realizované abnormality – průběžné hodnocení [autorka]

Graf 3: Prostoje z důvodu poruchy – průběžné hodnocení [autorka]

Graf 4: Zaznamenané a realizované abnormality – závěrečné hodnocení [autorka]

Graf 5: Prostoje z důvodu poruchy – závěrečné hodnocení [autorka]

## **11 Seznam tabulek**

Tabulka 1: Počet abnormalit – průběžné hodnocení [autorka]

Tabulka 2: Snížení prostoje po implementaci – fáze průběžného hodnocení [autorka]

Tabulka 3: Počet abnormalit – závěrečné hodnocení [autorka]

Tabulka 4: Snížení prostoje za dané období – závěrečné hodnocení [autorka]

## **12 Seznam příloh**

Příloha A: Příklady zaznamenaných abnormalit

Příloha B: Kaizen pro implementaci e-mailu